GÄHRUNGSERSCHEINUNGEN.

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER

GÄHRUNG, FÄULNISS UND VERWESUNG

MIT BERÜCKSICHTIGUNG

DER MIASMEN UND CONTAGIEN

SOWIE

DER DESINFECTION.

FÜR

ÄRZTE, NATURFORSCHER, LANDWIRTHE UND TECHNIKER.

MITGETHEILT VON

ERNST HALLIER,

PROFESSOR ZU JENA.

MIT EINER KUPFERTAFEL.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1867.

SEINEM HOCHVEREHRTEN LEHRER,

HERRN DOCTOR

HEINRICH SCHLEIDEN,

DIRECTOR DER HÖHEREN BÜRGERSCHULE ZU HAMBURG

WIDMET DIESES KLEINE SAATKORN

ZUR ERINNERUNG AN DEN 5. APRIL 1842

SEIN DANKBARER ERSTER SCHÜLER

ERNST HALLIER.

Vorwort.

Die Morphologie derjenigen Organismen, welche die verschiedensten Arten der Gährung hervorrufen, hat den Verfasser dieses Schriftchens seit mehren Jahren fast ausschliesslich und ununterbrochen beschäftigt und es ist der Wunsch in ihm rege geworden, die Resultate dieser Studien einmal im Zusammenhange dem ärztlichen, naturwissenschaftlichen und technischen Publicum vorzutragen. Man findet also hier Aelteres mit allerneuesten Untersuchungen zu einem Ganzen übersichtlich verbunden, was um so wünschenswerther schien, als die neueren Arbeiten, wie die Schrift von Klob über die Cholera beweist, noch nicht allgemein bekannt geworden sind.

Auf die erwähnte Schrift war der Verfasser dieses Büchleins gewiss nicht minder gespannt wie das grosse Publicum, dem sie lange vor ihrem Erscheinen nicht ohne Geräusch in den Zeitungen verkündigt wurde. Diese Erwartungen wurden indessen wenig befriedigt. Das ganze gewonnene Resultat lässt sich in die wenigen Worte zusammenfassen, dass im Darminhalt Cholerakranker niedere Organismen, die Professor Klob wieder bunt durch einander wirft und verwechselt, in grösserer Menge angehäuft seien als im Normalzustande. Die beiden wichtigsten Dinge hat Klob ganz verabsäumt, nämlich erstens: mikroskopische Analyse der Choleraluft nach Pasteur's Methode, und zweitens: Culturversuche mit dem Darminhalt der Cholerakranken.

Mir ist es um so schmerzlicher, in der Klob'schen Arbeit die erwarteten Aufschlüsse zu vermissen, als die contagiösen und miasmatischen Krankheiten mich von jeher durch ihre grosse Analogie mit den Gährungsprocessen ungemein angezogen hatten, und als ich selbst nicht so glücklich war, Cholerafälle in der Nähe meines Wohnorts zu erleben. Den Miasmen gegenüber muss ich daher mich auf dasjenige beschränken, was sich mir, abgesehen von ihrer Wirkung im Innern des menschlichen Körpers, als wahrscheinlich ergiebt. Die Ansichten über Desinfection modificiren sich in sehr einfacher und natürlicher Weise nach meiner Theorie der Hefebildung; ich glaube daher auch in dieser wichtigen Frage

einige kleine Erfolge erzielt zu haben. Da ich nachgewiesen und in allerneuester Zeit durch zahlreiche Culturversuche nochmals constatirt habe, dass durch einen und denselben Pilz unter verschiedenen Umständen ganz verschiedene Gährungsformen eingeleitet werden können und dass verschiedene Pilze Gährungen einleiten, so liegt der Technik in Zukunft ein weites Feld offen für Gewinnung neuer gegohrener Getränke und auf die mannichfaltigste Weise verwerthbarer Flüssigkeiten.

Ueber die von mir gewählte Eintheilung sei noch Folgendes mitgetheilt. Ich bin genöthigt zuerst über die Methode meiner Untersuchungen einen kurzen Bericht vorauszusenden, weil aus den neueren Schriften und Veröffentlichungen oft eine gänzliche Unbekanntschaft mit demjenigen hervorgeht, was von Anderen bisher in dieser Richtung geleistet wurde. Wer wie z. B. Herr Professor Klob so falsche Vorstellungen von demjenigen hat, worauf es bei Pilzculturen ankommt, dass er einen, freilich von ihm bei den Untersuchungen über die Cholera niemals angewendeten Apparat abbildet, der, abgesehen von anderen Mängeln, zur Untersuchung der allmählichen Entwickelung eines Pilzes, wie überhaupt eines niederen Organismus, ganz unbrauchbar ist, der sollte wenigstens in seiner Polemik gegen die Methode anderer Forscher sehr vorsichtig zu Werke gehen. Herr Professor Klob beweist auf jeder Seite seines Schriftchens, dass er meine Originalarbeiten ausser einem Aufsatz in Schultze's Archiv, den er als die neueste Arbeit bezeichnet, gar nicht kennt, denn er stützt sich auf meine parasitologische Schrift in solchen Puncten, die durch spätere Arbeiten schon wesentliche Erweiterungen und Verbesserungen erfahren haben.

Um die wichtige Lehre von der Gährung auch in weiteren Kreisen zugänglich zu machen, bedurfte es einer kurzen Zusammenfassung auch der chemischen Seite, jedoch bitte ich für diesen Theil um besondere Nachsicht und die Herren medicinischen und naturwissenschaftlichen Fachmänner um Entschuldigung.

Dass ich die theoretischen Ansichten von der praktischen Anwendung derselben, und für die ersten wieder die chemischen von den morphologischen Erscheinungen trennte, wird, so hoffe ich, das Buch Fachmännern und Laien lesbarer machen, zumal da auf diese beiden Abschnitte eine kurze, übersichtliche Zusammenstellung des Ganzen in Form eines theoretischen Versuches folgt.

Allen Herren Chemikern, Medicinern und Naturforschern verschiedener Art, die mich durch Rath und That unterstützten, sage ich herzlichen Dank.

Jena im März 1867.

Ernst Hallier.

Inhaltsübersicht.

EINLEITUNG.

Der von Needham und Buffon auf der einen Seite, von Spallanzani auf der anderen Seite so lebhaft geführte Streit über die *Generatio spontanea* hat in neuerer Zeit, durch Pasteur's vortreffliche Arbeiten angeregt, wieder zahlreiche Gelehrte beschäftigt.

Die Gährungserscheinungen unterscheiden sich augenfällig von anderen Arten chemischer Zersetzung dadurch, dass sie nicht durch blosse chemische Affinität mehrer einander gegenseitig vertreibender, oft blos verdrängender, oft ersetzender chemischer Körper, mit einem Wort, dass sie nicht durch blosse Wahlverwandtschaft zu Stande kommen, sondern dass es zur Zerlegung der gährenden Substanz eines von aussen hinzutretenden Agens bedurfte, welches scheinbar selbst nicht an den Producten der Zersetzung theilnahm, nicht in die neu sich bildenden Verbindungen einging.

Dieses Agens konnte man, so lange man seine Natur nicht kannte, als ein unorganisches oder wenigstens nicht organisirtes ansehen, welches gewissermassen die Erscheinung der Zersetzung auslöste, anregte, ähnlich wie kleine Erschütterungen eine bis unter den Gefrierpunct abgekühlte Wassermasse plötzlich zum Gefrieren bringen und wie krystallisirbare Flüssigkeiten leichter zur Krystallisation kommen, wenn die in der Luft befindlichen Stäubchen auf die Oberfläche herabfallen. Gerade dieser Vergleich mit den Krystallisationserscheinungen musste etwas sehr Bestechendes haben. Bei der Krystallisation war ein blosser mechanischer Anstoss die Auslösung für energische, den Aggregatzustand umformende Bewegungen; warum sollte nicht das Ferment ähnlich wirken? Warum sollte nicht durch Molecularkräfte des Ferments die man noch so wenig kannte, ja heutigen Tages so wenig kennt, der erste Anstoss gegeben werden zu einer vollständigen Entmischung, zu einer veränderten Anordnung der Molecüle des gährenden Körpers? Widersinniges hatte diese

Ansicht nicht, aber es fragte sich, ob nicht auch eine ganz andere Erklärungsweise zulässig sei und für welche der beiden Ansichten Thatsachen beigebracht werden konnten.

Schon SPALLANZANI hatte zu zeigen gesucht, dass kleine Organismen oder deren Keime, Samen u. s. w. in der Luft befindlich. Es tauchte in verschiedenen Köpfen immer klarer und bestimmter die Ansicht auf: diese kleinen Organismen seien die Ursache der Gährungserscheinungen. Wir wollen zunächst die Ansichten derjenigen beiden Forscher in's Auge fassen, denen durch gleichzeitige Verallgemeinerung der Zellenlehre die ganze heutige Cellular-Morphologie ihre Existenz verdankt: SCHWANN und SCHLEIDEN. Beide arbeiteten gegenüber den Gährungserscheinungen nach zwei ganz verschiedenen Methoden, welche bis in die letzten Tage zwei verschiedene Wege, auf diesem Gebiete zur Klarheit zu kommen, bezeichnen, welche jede für sich richtig und exact ist, welche aber zur vollständigen Lösung der Frage beide angewendet werden müssen.

SCHWANN suchte das Resultat der Untersuchung im Ganzen frei zu machen von störenden Einflüssen. Um die Ansicht von GAY LUSSAC aus dem Felde zu schlagen, dass der Sauerstoff der Luft die Ursache der Gährungserscheinungen sei, brachte er gekochtes Fleisch in eine Umgebung erhitzter Luft und zeigte, dass dasselbe nicht faule, so lange nicht atmosphärische Luft hinzutrete.

PASTEUR, der im verflossenen Jahrzehent nach der von SPALLANZANI und SCHWANN eingeschlagenen Methode arbeitete, ist der Ansicht, durch SCHWANN's so eben mitgetheilten Versuch sei NEEDHAM's sehr gerechter Einwurf gegen SPALLANZANI, dass durch die Art, wie man diese Frage zu beantworten suche, namentlich durch das Glühen der Luft, die Organisationsfähigkeit der darin befindlichen, vielleicht unorganisirten Stoffe, vernichtet werde, völlig widerlegt sei. Dem ist nicht so. Diese Einwürfe von NEEDHAM stehen noch heutigen Tages, noch nach den Arbeiten von PASTEUR, H. HOFFMANN und Anderen, so unwiderlegt da, wie je zuvor. Daher kann die Frage nach der *Generatio spontanea* nur indirect, nicht direct beantwortet werden.

Aber wir haben die so eben aufgestellte Behauptung noch zu erweisen.

Es hatte sich neben den beiden Ansichten über die Gährung, die wir kurzweg als die chemische und die physiologische bezeichnen können eine dritte gebildet, die sich zwar der zweiten in sofern als Unterart einordnete, als auch nach ihr die Ursache der Gährungen Organismen seien, aber solche, welche aus amorphen organischen Substanzen spontan entstünden, sobald ihnen die gehörige Nahrung dargeboten würde. Diese Lehre von der *Generatio spontanea*, welche mindestens eine ganz überflüssige Hypothese ist, welche die Forschungen noch um keinen Schritt gefördert hat,

ist fast so alt wie die Wissenschaft und findet bis in die Gegenwart, wo sie noch immer in unklaren Köpfen spukt, eine Stütze nur in der Richtigkeit des NEEDHAM'schen Einwandes. Dieser ist nämlich durch SCHWANN's Arbeit gar nicht, durch die Arbeiten Späterer nur halb beseitigt worden. Die Luft kann man reinigen, ohne sie zu glühen. Man kann sie seit den Versuchen von SCHRÖDER und DUSCH (1854. 1859) durch ausgekochte Baumwolle filtriren, man kann sie aber auch durch ausgeglühte und wieder abgekühlte mineralische Substanzen hindurchgehen lassen, bekanntlich durch sehr dicke Thonziegel u. s. w. Dabei werden freilich auch die »Proteïnsplitter«, die wunderlicherweise von Manchen in der Luft vorausgesetzt werden, obgleich noch Niemand sie gesehen hat, zurückbleiben, aber bei richtiger Wahl des anzuwendenden Mediums wird die Luft nicht in ihrer chemischen Zusammensetzung geändert.

Dagegen befinden sich stets Organismen in den anzuwendenden gährungsfähigen Substanzen; um diese zu zerstören, ist das gelindeste Mittel die Anwendung der Siedehitze und der Einwurf, dass diese auch den amorphen Proteïnsubstanzen, welche man voraussetzte, die Organisationsfähigkeit raube, lässt sich nicht beseitigen[1]). Nicht einmal frisches Blut, welches man aus dem menschlichen Körper ohne Berührung mit der Luft in den anzuwendenden Apparat bringt, sichert gegen Organismen, da mehrfach nicht nur im kranken, sondern auch in scheinbar ganz normalem Blut kleine Organismen von wahrscheinlich pflanzlichem Ursprung gefunden wurden. Milch und alle Säfte des Körpers sind, schon bevor sie diesen verlassen, reich an Organismen und Herr Professor KLOB muss die PASTEUR'schen Arbeiten entweder gar nicht oder nur sehr oberflächlich kennen, da er nur mich als Vertreter der Ansicht anführt, dass *Leptothrix*-Ketten stets massenhaft im menschlichen und thierischen Darminhalt vorkommen. PASTEUR hat freilich diese Kettenbruchstücke, da er die *Leptothrix*-Bildungen gar nicht kennt, als Bacterien aufgefasst.

SCHWANN hat durch seine Arbeiten bewiesen, dass der Sauerstoff der atmosphärischen Luft nicht das einzige und wesentliche Agens der Gährungen ist, sondern dass es in der Luft befindliche, durch Hitze zerstörbare Körper, Organismen sind, die schon LEEUWENHOEK (1722) in den gährenden Flüssigkeiten entdeckt hatte.

Bis dahin hatte man diese Frage wesentlich auf die sogenannte geistige Gährung beschränkt. CAGNIARD LATOUR entdeckte 1835 die Fortpflanzungsfähigkeit der Hefezellen und that damit den ersten Schritt auf dem von SCHLEIDEN später gebahnten Wege der Untersuchung und Cul-

1) Das sehr Bedenkliche dieses Einwurfs liegt eben darin, dass von Proteïnsubstanzen die Rede ist, die bei höheren Temperaturen so leicht gerinnen, also sehr wesentliche Aggregatänderungen erleiden.

tur der Gährungsorganismen. Alle Früheren hatten sich nämlich nur um das Endresultat der Gährungsprocesse und um Constatirung der allgemeinen organischen Ursache derselben bemüht, ohne genau auf die Organisation der Gährungskörper oder gar auf die morphologischen und physiologischen Processe während der Gährung einzugehen. Freilich setzte den früheren Forschern die minutiöse Beschaffenheit dieser Gebilde bei der Unvollkommenheit damaliger Mikroskope eine sehr natürliche Grenze. SCHLEIDEN's Arbeit stellt die Gestaltungen der Hefe so gut und vollständig dar, dass er sicherlich, mit Mikroskopen jetziger Leistungsfähigkeit versehen, bei länger fortgesetzten Studien die Morphologie der Hefe so vollständig aufgedeckt haben würde, wie sie in den folgenden Abschnitten dieses Schriftchens zur Darstellung kommen soll.

Wir entnehmen seiner Arbeit Folgendes.

Es war bekanntlich die Verallgemeinerung der Zellenlehre in der Physiologie der Thiere und Pflanzen fast gleichzeitig aufgetaucht. SCHWANN veröffentlichte seine vielbesprochene Arbeit 1837, SCHLEIDEN die seinige im Jahre 1839.

In der ersten Ausgabe seiner Grundzüge im Jahr 1842[1]) giebt SCHLEIDEN zwar schon einen Wink, dass der Zellenbildungsprocess einmal bedeutende Fortschritte von der genauen Erforschung der Hefebildung zu erwarten habe, aber er theilt noch keine eigenen ausführlichen Untersuchungen mit. Dagegen finden wir diese in der zweiten Ausgabe der Grundzüge im Jahr 1845[2]), und noch etwas vollständiger in der dritten[3]) und vierten[4]) Ausgabe mitgetheilt. SCHLEIDEN lässt hier die Frage nach der Urzeugung, die er sonst nicht gerade begünstigt, unerörtert und beschränkt sich auf Mittheilung seiner Beobachtungen. Er arbeitete mit filtrirten Fruchtsäften, welche natürlich die Einwirkung der äusseren Luft, also das Hinzutreten von Sporen aus derselben nicht ausschlossen. Er beobachtete nach 24 Stunden Opalisiren der Flüssigkeit und körnige Bildungen. Hätten Spätere diese einfache Thatsache, die PASTEUR so vielfach bestätigt, im Auge behalten, so würde die Theorie der Hefebildung früher fortgeschritten sein.

Die Körnchen vermehrten sich »und es fanden sich die Uebergangsstufen von denselben bis zu ausgebildeten Hefezellen«. Diese Beobachtung SCHLEIDEN's ist ungemein wichtig; sie ist von keinem Späteren benutzt, von keinem wiederholt worden. Ich

1) Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik von M. J. SCHLEIDEN. Leipzig 1842. Bd. I. p. 197 ff.

2) Grundz. d. wiss. Bot. v. M. J. SCHLEIDEN. Leipzig 1845. Bd. I. p. 205 ff.

3) Grundzüge etc. Leipzig 1849. Bd. I. p. 205 ff.

4) Dieselben. Leipzig 1861. p. 146 ff.

habe sie bei jeder geistigen Gährung beobachtet und gebe in der Folge mehrfach neue Belege dafür.

Am vierten Tage war die Gährung lebhaft, SCHLEIDEN beobachtete Gasentwickelung und Bildung von ganz gleicher Ober- und Unterhefe.

Sehr genau wird nun die Abschnürung der Hefezellen beschrieben (Tafel I. Fig. 9 *a—f*) und abgebildet. Auch die Vacuolen werden sehr gut gezeichnet, wobei SCHLEIDEN bemerkt »ob Höhle, ob fester Kern wage ich nicht zu entscheiden.«

Ein anderer Versuch wurde mit Proteïn aus Hühnereiweiss angestellt und gab ähnliche Resultate. Zuckerwasser, mit *Flores sambuci* und Proteïn angesetzt, erzeugte Körnchen »mit Molecularbewegung«, »einige erschienen zusammengereiht«, am vierten Tage Torulaceen, verschieden von den Hefezellen des ersten Falles, in längeren Reihen auftretend (*Oïdium*-Form). Proteïn mit Wasser entwickelte zuerst Vegetabilien, darauf Infusorien (Fäulniss). SCHLEIDEN hat also die bei der Gährung auftretenden *Leptothrix*-Ketten schon gesehen, ohne freilich den Zusammenhang mit der Gährung und Hefebildung zu kennen. Wir übergehen die übrigen Versuche, welche er anstellte, müssen aber noch auf das sehr wichtige Resultat hinweisen, welches sich ihm aufdrängte: »Es scheinen sich hier zwei ganz verschiedene Typen zu zeigen, je nachdem die Gährungsflüssigkeit vegetabilische Säuren und ätherische Oele enthält oder nicht.« Diese Verschiedenheit zeigt sich im Vorherrschen der Hefebildung, d. h. der vegetabilischen Bildungen oder der »Infusorien«. Dieser Ausspruch wird um so wichtiger, als er durch zahlreiche Versuche PASTEUR's bestätigt worden ist.

PASTEUR kennt die *Leptothrix*-Bildungen nicht; er weiss nicht den wesentlichen Unterschied zwischen Bacterien und Vibrionen einerseits und Bruchstücken der *Leptothrix*-Ketten andererseits, wohl aber unterscheidet er zwei durchaus verschiedene Typen der Fäulniss, welche er auf pflanzliche und thierische Einwirkung zurückführt. Er weiss sehr gut, dass bei einem Auftreten der Bacterien und Vibrionen er keine Pilzbildung vor sich habe und hätte KLOB PASTEUR's Arbeiten gelesen, so würde er nicht alle stabförmigen Körper wieder unterschiedslos als Bacterien und Vibrionen bezeichnet, noch weniger aber, ohne den geringsten Grund anzuführen, schlechtweg für Pilzbildungen erklärt haben. Er widerspricht sich übrigens mehrfach, wie man durch Vergleich von p. 27 Z. 3—12 und p. 54 oben beispielsweise erkennt. Aber PASTEUR kennt auch die Bedingungen der Entwickelung thierischer oder pflanzlicher Organismen sehr gut, wie wir das nicht nur später mehrfach, sondern jetzt gleich an demjenigen Beispiele nachweisen wollen, welches mit der SCHLEIDEN'schen Beobachtung so grosse Uebereinstimmung zeigt. Er weist nämlich vielfach nach, dass die durch Vibrionen und Bacterien in

Gährung versetzten Substanzen stets alkalisch, die durch Mucedineen gährenden dagegen sauer reagiren; ja noch mehr: Urin und Zuckerlösung haben schwach saure Eigenschaften und sind deshalb bei gleicher Aussaat aus der Luft der Entwickelung der Infusorien ungünstig, während sie die Entwickelung der Mucedineen begünstigen und andererseits erzeugt die Milch leicht thierische Organismen, so lange sie alkalisch reagirt, ja man kann schwach saure Flüssigkeiten durch Zusatz von Alkalien zur Vibrionenbildung veranlassen.

Die Morphologie der Hefebildung hat leider seit SCHLEIDEN's Untersuchung kaum Fortschritte gemacht. Man findet in systematischen Werken von FRESENIUS, BONORDEN, selbst CORDA und anderen älteren Mycologen die verschiedenen Formen der Gährungszellen mehr oder weniger gut beschrieben und abgebildet; dagegen fehlt es fast ganz an Entwickelungsgeschichten oder vielmehr an Versuchen dazu, denn die wenigen schwachen Ansätze kann man nicht wohl als Fortschritte betrachten.

Sehr Bedeutendes wurde dagegen geleistet auf dem Wege, welchen CAGNIARD DE LATOUR, SPALLANZANI und SCHWANN vorgezeichnet hatten. Vor Allen ist hier PASTEUR zu nennen; dann in Deutschland H. HOFFMANN, aber auch BAIL, BONORDEN und Andere.

H. HOFFMANN zeigte wiederholt (Botanische Zeitung 1860. 1862), dass die geistige Gährung nur dann stattfinde, wenn die gährungsfähige Flüssigkeit Pilzelemente enthalte, auch wies er nach, dass ganz vorherrschend *Penicillium*, *Mucor* und *Botrytis* bei der Hefebildung betheiligt seien und dass man diesen Gattungen angehörige Pilze, vor allen *Penicillium crustaceum Fr.* und *Mucor mucedo auct.* aus käuflicher Hefe züchten könne[1]. Freilich blieb bei seinen Untersuchungen ebensowohl wie bei denen von BAIL, BONORDEN und Anderen die Entwickelungsgeschichte der Hefe ganz unklar und es wurde mehr über dieselbe theoretisirend gestritten als sorgfältig beobachtet. Auf manche Einzelheiten dieser Arbeiten kommen wir später zurück.

Was die berühmt gewordenen Untersuchungen PASTEUR's betrifft, so wollen wir zunächst nur die Hauptpuncte derselben hervorheben, da wir im Verfolg unserer eigenen Untersuchungen oft genug in den Fall kommen werden, mit PASTEUR's Resultaten zu vergleichen und uns auf dieselben zu beziehen.

Ein höchst wichtiges Resultat seiner Untersuchungen, welches unmittelbar den chemischen mit dem physiologischen Process der Gährung in Verbindung setzt, wie es bis dahin noch nie in dieser Weise geschehen war, lag schon dunkel in der leitenden Maxime seiner Arbeiten, welche

1) Man vergleiche auch: H. HOFFMANN, Icones analyticae fungorum. Heft IV. Giessen 1865. p. 79—90. Taf. 19. 20.

er ausspricht in den Worten[1]: »Selon moi, les matières albuminoides n'étaient jamais les ferments, mais l'aliment des ferments.« Die Chemiker hatten sich nämlich die zur Gährung nöthigen stickstoffhaltigen Materien als durch Contact wirksam gedacht. Pasteur zeigte, dass nicht formloser Stickstoff, sondern stickstoffreiche Organismen die Ursache der Gährung seien und zwar durch ihren Lebensprocess selbst.

Um das zu beweisen, musste er zeigen, dass von Organismen freie Stoffe nicht in Gährung versetzt werden können, dass vielmehr erst mit dem Hinzutreten dieser Organismen die Gährung beginnt. Er musste zeigen, dass von Organismen freie Materien, mit von Organismen freier Luft umgeben, nicht gährungsfähig sind. Die gährungsfähigen Flüssigkeiten liessen sich leicht durch Kochen von lebenden Organismen befreien, denn man wusste schon früher, die Pasteur'schen Versuche aber bestätigten es in aller Schärfe, dass die Siedehitze die meisten Organismen in wenigen Minuten lebensunfähig macht. Schwieriger liess sich die Luft von den in ihr vorausgesetzten Organismen befreien. Es wurde hierzu besonders Glühhitze angewendet und die Luft abgekühlt, bevor sie der Gährungsflüssigkeit zugeführt wurde. Alle mit den verschiedenartigsten Substanzen, z. B. Zuckerlösung, Milch, Urin u. a. angestellten Versuche ergaben das Resultat, dass bei Anwendung aller Vorsichtsmassregeln die Flüssigkeiten nicht in Gährung gerathen, sobald sie und die einwirkende Luft frei ist von Organismen, dass also nicht der Sauerstoff der Luft und amorphe Proteïnsubstanzen, sondern Organismen Ursache der Gährung sind. Pasteur glaubt so die *Generatio spontanea* vollständig für immer aus dem Felde geschlagen zu haben, aber da ist er im Irrthum. Indirect hat er sie zwar verdrängt, weil sie vorläufig als ganz überflüssige und daher schädliche Hypothese zu betrachten sein wird, aber besiegt, direct widerlegt hat er sie nicht, denn die Vertheidiger jener Lehre können sich immer darauf berufen, dass durch die Siedehitze, der die Flüssigkeit ausgesetzt wurde, sowie durch die Einwirkung der Glühhitze oder der Schwefelsäure und anderer Reinigungsmittel der Luft die in dieser oder in der Flüssigkeit enthaltenen amorphen Proteïnsubstanzen organisationsunfähig geworden seien. Gesehen hat freilich Niemand »Proteïnsplitterchen«, jedoch lässt sich nicht läugnen, dass möglicherweise, wenn auch in sehr geringer Menge, winzige stickstoffhaltige Massen in den angewendeten Substanzen vorhanden sind. Aber, wir heben es ausdrücklich nochmals hervor: die Anwendung der Hypothese von der *Generatio aequivoca s. spontanea* ist durchaus

---

1) M. L. Pasteur, Mémoire sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère. Annales de chimie et de physique. Paris 1862.

unerlaubt und Zeichen von Begriffsverwirrung, so lange keine einzige Thatsache für dieselbe beigebracht werden konnte.

Für die Behauptung, dass die in der Luft befindlichen Organismen es seien, welche die Gährung verursachten, brachte PASTEUR zahlreiche Beweise bei. Er filtrirte eine bestimmte Luftmenge, welche mittelst eines Aspirators in sein Zimmer geführt wurde durch Schiessbaumwolle; die filtrirte Luft rief in gekochten Flüssigkeiten keine Gährung hervor, wohl aber die in der Baumwolle zurückgebliebenen Körperchen, welche aus Staubtheilchen und Sporen oder anderen Fortpflanzungszellen niederer Organismen bestanden. Die Schiessbaumwolle wurde in Alkohol und Aether gelöst, um die zurückbleibenden Organismen zu untersuchen und um über ihre Quantität ein Urtheil zu gewinnen.

Die übrigen Arbeiten PASTEUR's beschäftigen sich hauptsächlich mit den sehr verschiedenen Arten der Gährung und mit den damit verbundenen sehr verschiedenen Formen von Organismen. Auch in dieser Hinsicht hat er zahlreiche neue und wichtige Resultate geliefert, auf die wir später genau eingehen. Eines der wichtigsten war die Unterscheidung zweier ganz verschiedener Gruppen von Organismen, die er, und Viele vor und nach ihm, als thierische und pflanzliche trennt und die in Deutschland fast immer, obgleich in ihrer Lebensweise grundverschieden, zusammengeworfen und verwechselt werden.

PASTEUR ist freilich zu wenig Morpholog, um auf die Entwickelungsgeschichte der einzelnen aufgefundenen Organismen näher eingehen zu können, ja selbst um die aufgefundenen Formen richtig zu deuten; daher kommen schon in seiner Bezeichnungsweise der Pilzbildungen wunderliche Dinge vor; aber die Gährungsvorgänge im Ganzen und in den einzelnen Hauptgährungsformen hat er klarer aufgefasst und experimentell demonstrirt als irgend ein deutscher Gelehrter.

Es mag nun sehr anmassend klingen, wenn ich die Aufdeckung der gesammten Entwickelungsgeschichte der wichtigeren Hefeformen als mein Eigenthum ansehe, doch kann ich mit ruhiger Zuversicht die im Folgenden mitgetheilten Untersuchungen dem gelehrten Publicum vorlegen und sein auf Wiederholung der Versuche gestütztes Urtheil erwarten. Nur ein solches kann ich anerkennen. Wer, wie Professor KLOB, mich, ohne auch nur die allereinfachsten und leichtesten Versuche wie die Züchtung der *Leptothrix*-Ketten aus *Penicillium*-Sporen praktisch geprüft zu haben, beim ärztlichen Publicum verdächtigt, welches ja nicht selbst überall controliren kann, sondern der Leitung seiner Vertrauensmänner in nicht streng medicinischen Fächern häufig bedarf, dessen Angriffe verdienten im Grunde keine Beachtung und nur dem Publicum gegenüber ist es Pflicht, mich gegen dergleichen zu rechtfertigen. Das ganze Verfahren dieses Herrn, der nicht einmal meine fundamentale Arbeit über

Leptothrix (Botanische Zeitung 1865. Nr. 23) kennt, ist dadurch gekennzeichnet, dass er gegen meine Ansichten nicht Gründe, sondern Autoritäten in's Feld führt; aber in welcher Weise! Statt einen derjenigen Botaniker zu Rathe zu ziehen, welche, wie z. B. H. Hoffmann, sich eingehend mit der Hefebildung beschäftigt haben, beruft er sich auf einen Passus in De Bary's Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten. (Leipzig 1866). De Bary hat nie irgend einen erheblichen Schritt in der Hefebildungsfrage gethan, steht also ganz ausserhalb der Sache. Weit bedenklicher aber ist es für Herrn Professor Klob, dass in der von ihm citirten Stelle De Bary weder meines Namens noch meiner Arbeiten erwähnt, also auch unmöglich gegen meine Ansichten hat kämpfen wollen. Er führt nicht einmal meine Arbeiten in der Literaturübersicht auf, kennt sie also gar nicht; ja, die meisten derselben konnte er gar nicht kennen, da sie noch nicht erschienen waren, und da De Bary sein Buch zu früh abgeschlossen hatte, wie er selbst in der Vorrede sagt, um die neuesten mykologischen Arbeiten noch berücksichtigen zu können.

Wir sehen in diesem Umstande nichts Anderes, als eine sehr grosse Unvorsichtigkeit des Herrn Klob, entsprungen aus gänzlicher Unkenntniss meiner Originalarbeiten und der chronologischen Reihenfolge derselben, wir möchten ihn aber doch darauf aufmerksam machen, dass das weniger mit der Sachlage bekannte gelehrte Publicum leicht weit üblere Motive darin erblicken könnte.

Mögen denn die im Folgenden mitgetheilten Untersuchungen ihr gutes Recht in der Welt erkämpfen, oder, wenn sie auf Irriges geführt haben, unter den zermalmenden Hufen der Zeit in Staub zerfallen.

I. Methode der Untersuchung.

Auf meine Methode brauchte ich nicht einzugehen, wenn die mykologischen Untersuchungen der neuesten Zeit und die dabei angewendeten Apparate und Manipulationen so allgemein bekannt wären, wie es die leichte Verständigung über die Untersuchung fordert und wenn nicht die Fehler sowohl wie die Vortheile der Untersuchung zum grössten Theil in der Methode begründet wären. Natürlich hängt die Methode einer Arbeit ab von der Aufgabe, welche sie lösen soll. Diese Aufgabe ist in unserem Falle eine doppelte: Es kommt erstlich darauf an, überhaupt nachzuweisen, dass bestimmte Organismen die Gährungserscheinungen hervorrufen und welche es sind. Das ist aber nur der erste Theil der Aufgabe, denn wir müssen auch wissen, welche physiologischen und morphologischen Veränderungen der Organismus während der Gährung erleidet. Auch der Laie vermag einzusehen, dass diese beiden Aufgaben nach ganz verschiedener Methode und mit Hülfe ganz verschiedener Apparate gelöst werden müssen.

Im ersten Falle handelt es sich nur um das Endresultat, um die Feststellung der Form der Gährung, ihrer Endproducte und der durch sie ausgebildeten Organismen. Im anderen Falle dagegen handelt es sich um die ganze Entwickelungsgeschichte dieser Organismen, die also Schritt für Schritt verfolgt werden müssen. Für die erste Methode hat Pasteur die Bahn gebrochen, für die zweite müssen wir im Allgemeinen auf die deutsche Mykologie verweisen sowie auf die classischen Arbeiten der Gebrüder Tulasne.

Der Apparat, den Herr Professor Klob beschreibt, genügt nothdürftig den Anforderungen der ersten Methode, zur Lösung der zweiten Aufgabe ist er ganz unbrauchbar. Um in der Folge eine bestimmte Bezeichnungsweise zu gewinnen, wollen wir die für beide Untersuchungsmethoden zu benutzenden Apparate als Isolirapparat und Culturapparat unterscheiden.

Für Isolirapparate ist PASTEUR Erfinder und Muster und alle in Deutschland angewendeten Apparate sind Modificationen der seinigen.

Bei PASTEUR's grossen Apparaten tritt aus einer Metallröhre in einem passenden Ofen geglühte Luft hervor, welche, sobald sie den Ofen verlassen hat, durch auf die umwickelte Röhre herabtropfendes Wasser gekühlt wird. So gelangt sie mittelst eines Kautschukrohrs in den ausgekochten, mit gekochter Gährungsflüssigkeit versehenen Kolben. Auf die verschiedenen Reinigungsmethoden der zuzuführenden Luft durch Schwefelsäure, Chlorcalcium, Baumwolle u. s. w. komme ich später zurück und will nur noch hinzufügen, dass niemals Quecksilber zum Abschluss bei diesen Versuchen angewendet werden darf, weil es der Luft oder Flüssigkeit Organismen zuführt.

Aber PASTEUR fand noch eine weit einfachere Form der Isolirung, welche in Deutschland durch H. HOFFMANN eingeführt wurde. Er machte nämlich die Beobachtung, dass in Kolben mit einfach oder mehrfach hin- und hergebogenem, dünnem Endrohr, eine ausgekochte gährungsfähige Flüssigkeit auch dann nicht gährt, wenn die Rohrspitze offen ist und sich in gewöhnlicher Luft befindet. PASTEUR erklärt noch im Jahr 1862 diese Erscheinung so, dass die kleinen in der Luft befindlichen Organismen an den Biegungsstellen des Rohrs gewissermassen haften bleiben, von der Feuchtigkeit der Wandung gefesselt. Die Sache ist aber weit einfacher. Nach dem Kochen dringt anfangs sehr rasch Luft ein, dann sehr langsam. Die rasch eingedrungene Luft hat noch die Temperatur von nahezu 100° C. zu ertragen und sollten Organismen mit emporgerissen sein, so senken sie sich rasch auf die auf 100° C. erhitzte Flüssigkeit. Später gelangen bei dem sehr langsamen Luftwechsel gar keine Organismen mehr in's Rohr, denn wenn sie auch wenige Millimeter hoch hinaufgetrieben würden, so würden sie doch sehr bald, ihrer eigenen Schwere folgend, wieder herabsinken und, wenn das Rohr abwärts gerichtet, dasselbe verlassen. Würden dagegen die Keime von Pilzen und Infusorien durch Feuchtigkeit an der Wand des Rohres gefesselt, so würden sie sich, wenn zum Theil auch langsam, zum Theil, wie die *Leptothrix*-Bildungen, schnell genug vermehren und bis in die Flüssigkeit verbreiten. HOFFMANN hat einen mit einfach senkrecht abwärts gebogener Röhre versehenen Apparat an die Stelle des PASTEUR'schen Kolbens gesetzt und damit die Richtigkeit der so eben mitgetheilten Ansicht erwiesen. Ich habe mich ähnlicher Apparate wie die von HOFFMANN angegebenen häufig bedient und derselben auch mehrfach in meinen Veröffentlichungen erwähnt; ich habe indessen meist noch die Vorsicht angewendet, den ganzen Apparat oder mehre derselben neben einander in eine grosse Schüssel mit destillirtem Wasser zu stellen und darüber in's Wasser eine grosse Glocke zu stülpen. Diese Massregel hat, wie man leicht sieht, lediglich den Zweck, die Luft in der

Umgebung der Apparate durchaus bewegungslos zu erhalten, damit die Organismen sich auf die Wasserfläche senken und die Luft schon nahezu rein in das untere Rohrende tritt.

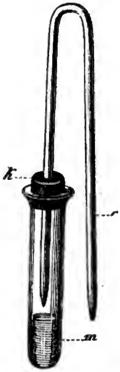


Fig. 1.

Einen solchen Apparat in allereinfachster Form zeigt die nebenstehende Figur 1. Ein Probirgläschen wird ausgekocht und mit Alkohol gereinigt, darauf mit dem vorher gekochten Substrat versehen (*m*), und mit einem Kork (*k*) luftdicht verschlossen und verschmiert, durch welchen die U-förmig gebogene Röhre (*r*) gesteckt ist, welche man so weit herabschiebt, wie es der Versuch wünschenswerth macht; nur darf sie nicht in die Flüssigkeit eintauchen. Ich benutze diesen Apparat nun so, dass vor dem Aufsetzen des Korks das vorher gekochte Substrat noch zwei Minuten im Probirgläschen kocht. Bei negativen Versuchen, wie ich sie gewöhnlich zur Controle anstelle, kann beim Kochen der Kork mit dem Rohr aufgesetzt werden, nur muss man in diesem Falle sehr vorsichtig kochen. Ich reinige auf diese Weise den ganzen Apparat vor dem Gebrauche. Ist durch das Rohr (*r*) mehre Minuten der 100° C. haltende Wasserdampf durch die feine Oeffnung am Ende ausgeströmt, so kann man dasselbe wohl für rein halten, doch wird es nun Vorsicht halber noch mit absolutem Alkohol mittelst eines feinen Trichters angefüllt. Dieser bleibt etwa eine Stunde darin, überhaupt so lange, bis das Substrat im Gläschen gekocht ist und eventuell die zu cultivirende Substanz eingetragen werden soll. Dieses Eintragen geschieht folgendermassen:

Das mit Alkohol gefüllte Rohr wird rasch entleert und eben so rasch in die zu prüfende Substanz eingetaucht und zwar mit demjenigen Ende, welches in die Flasche kommen soll. Man hat mittlerweile die Lampe unter dem Probirglas ausgelöscht und setzt den Kork auf sobald das heftige Kochen nachgelassen hat. War die zu prüfende Substanz eine Flüssigkeit, so bleibt beim Eintauchen des Rohrs darin eine bestimmte Menge haften, wenn die entgegengesetzte äussere Oeffnung klein genug ist. War aber die Substanz fest, wie z. B. Schuppen und Brocken menschlicher Exantheme, so haftet sie aussen und innen am Rohr. Man schiebt dieses anfänglich nur so weit hinab, dass es sich mit dem inneren Ende noch hoch über der Flüssigkeit befindet. Die nun von aussen durch das Rohr in's Glas steigende Luft schiebt nach und nach einen Theil der zu prüfenden Materie abwärts. Ist das Substrat genügend abgekühlt, so bringt man sie durch vorsichtiges Neigen und Umschütteln mit der dem Rohre noch anhaftenden Substanz in Verbindung.

Ich habe vorstehenden Apparat in sehr verschiedenen Kalibern und Formen angewendet und stets mit gutem Erfolg. Bei grösseren Mengen des Substrats nahm ich natürlich Kolben oder Kochflaschen statt der Probirgläser. Pasteur sagt ausdrücklich, dass dergleichen offene Apparate genau ebenso scharfe und beweisende Resultate geben wie die complicirteren, luftdicht abgeschlossenen und ich habe niemals versäumt, Controlversuche ohne die zu prüfenden Substanzen anzustellen; damit es aber nicht scheine, als wolle ich mich, wie Professor Klob, auf Autoritäten verlassen und berufen, so gebe ich ausdrücklich und auf die Gefahr hin, die Herrn Fachmänner zu langweilen, die Beschreibung eines mehrfach von mir angewendeten Apparats, welcher mit gereinigter Luft arbeitet. Ich habe schon früher bemerkt, dass ich jene U-förmigen Apparate häufig noch unter Wasserabschluss gebracht habe um jeden stärkeren Luftzug unmöglich zu machen.

Will man filtrirte und gereinigte Luft zutreten lassen, so bedarf man eines Druck- oder Saugapparates. Ich habe beide Arten von Apparaten angewendet und schliesslich der letzterwähnten Form den Vorzug gegeben.

Druck wendete ich an mittelst eines gewöhnlichen Gasometers, wie derselbe zu chemischen Arbeiten verwendet zu werden pflegt. Die Luft wurde von unten eingepumpt und unter Wasserdruck von gewünschter Stärke erhalten. Zum Gebrauch wurde der obere Hahn des Gasometers mit einem Rohr luftdicht verbunden, welches die ausströmende Luft durch ausgekochte Baumwolle und Schwefelsäure führte. Die Baumwolle befand sich in einem weiten Rohr, welches auf mehre Centim. Länge damit erfüllt war; die Flüssigkeit dagegen wurde in bekannter Weise in Schwefelwasserstoff-Apparaten angebracht. Der Culturapparat, gewöhnlich ein Kolben oder eine Kochflasche, trug in diesem Falle eine U-förmig gebogene Abzugsröhre, durch deren feine äussere Oeffnung die Luft ausströmte, während ich neue hineinpresste.

Natürlich kann man auch die Luft ohne Weiteres durch den Reinigungsapparat in die Culturapparate hineinpumpen, jedoch hat die eben beschriebene Methode den Vorzug eines mehr gleichmässigen Drucks.

Neuerdings habe ich der grösseren Bequemlichkeit halber nur Saugapparate angewendet. Zu diesem Zweck benutzt man in der Regel einen Aspirator, doch hat dessen Anwendung manches Unbequeme, namentlich bei beschränktem Zimmerraum. Ich bediene mich deshalb zu diesem Zweck der Luftpumpe.

Nachstehende Figur 2 zeigt einen solchen Apparat im Zustande der Thätigkeit. *C* ist die Kochflasche mit der zu prüfenden Substanz. Sie steht auf dem Dreifuss einer Bercelius-Lampe. Ihr Kork ist doppelt durchbohrt und mit zwei gebogenen Glasröhren versehen. Zuerst wird

die ausgekochte Flasche mit dem Substrat bei aufsitzendem Stöpsel noch 2 Minuten gekocht. Darauf führe ich, ähnlich wie es oben beschrieben, die Substanz, welche zu prüfen, allmählich ein, nachdem die kurzen Glas-

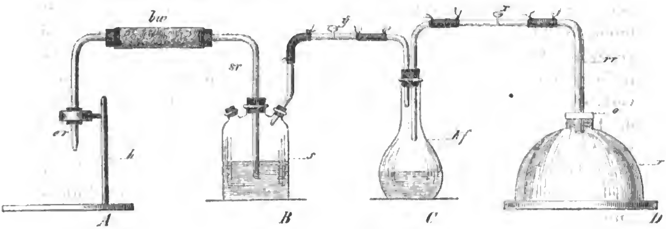


Fig. 2.

röhren *x* und *y* angesetzt worden. Diese sind mittelst der beiden Hähne *x* und *y* verschliessbar. Nach dem Ansatz bleiben indess die Röhren vorläufig offen. Die Röhre *x* steht mit dem oben durchbrochenen Recipienten *r* einer Luftpumpe in Verbindung, deren Tisch durch *D* bezeichnet wird. Die Oeffnung *o* ist mittelst des Korkes geschlossen, in welchem die Glasröhre *r r* eingekittet wurde, welche mit *x* in Verbindung steht. Die Röhre *y* führt in den Schwefelsäure-Apparat *s*, an dessen oberem Ende sie mündet, mittelst eines Korks eingekittet. Die in die Schwefelsäure tauchende Röhre *s r* führt aus der Centralöffnung des Apparats in das weite, mit Baumwolle angefüllte Rohr *b w*, dessen eingekochtes Endstück *e r* mit seiner Oeffnung die Luft auffängt, sobald die Luftpumpe thätig ist. Der Schwefelsäure-Apparat steht auf einem Tisch *B*, ebenso der Halter *h*, welcher die Baumwollenröhre trägt auf dem Tisch *A*. Als Controle des luftdichten Verschlusses dient das Aufsteigen der Luftblasen in der Schwefelsäure bei langsamem Auspumpen.

Sobald also die zu prüfende Substanz in die Kochflasche eingeführt, wird die Luft langsam durch den ganzen Apparat gepumpt und dieses Auspumpen täglich oder mehrmals am Tage wiederholt.

Wie man leicht sieht, lassen sich an solchen Apparaten mannichfache Modificationen anbringen. Welchen dieser Isolirapparate oder der Culturapparate ich im einzelnen Falle in Anwendung brachte, das wird man in der Folge erwähnt finden. Noch will ich bemerken, dass bei Anwendung eines Aspirators oder Druckwerkes, es weit besser ist, die Luft durch Alkohol als durch Schwefelsäure zu führen und selbst bei vorsichtigem Gebrauch der Luftpumpe empfiehlt sich derselbe zur Luftreinigung. In mässig concentrirter Schwefelsäure gehen nämlich manche Pilzelemente

nicht nur nicht zu Grunde, sondern sie vegetiren fort und ob ein momentanes Verweilen in der Säure, selbst im Zustande höchster Concentration, genügt, ist wohl fraglich. Der ganze Process muss überhaupt mehr wie eine Waschung angesehen werden. Jedenfalls ist die Filtration durch Baumwolle oder andere fein vertheilte, faserige Substanzen, unentbehrlich, denn selbst ein Hinüberreissen der Pilzelemente durch die Reinigungsflüssigkeit mittelst der Luftblasen ist nicht unwahrscheinlich.

Es ist aus Vorstehendem wohl genügend klar geworden, dass Apparate, wie die von Pasteur, H. Hoffmann und mir beschriebenen zwar für ihren Zweck unentbehrlich, aber für eigentliche Culturversuche ganz unbrauchbar sind. Man kann nämlich die geschilderten Apparate nur einmal am Schluss der Untersuchung öffnen, da durch die Oeffnung der Hauptzweck, nämlich der vollkommene Verschluss, aufgehoben wird. Ferner bedarf man zur Cultur, zum Verfolgen der Vegetation von Stunde zu Stunde, flacher und völlig offener Gefässe, nicht enghalsiger Flaschen, da diese nicht das rasche und dabei doch sorgfältige Herausheben der Organismen gestatten. Sehr häufig muss man sogar die Organismen in dem anzuwendenden Medium auf dem Objectträger erziehen, ja bisweilen unter dem Deckglas. Dass das nicht möglich ist im Isolir-Apparat oben beschriebener Form, liegt auf flacher Hand. Es bedarf daher ausser den Isolir-Apparaten noch besonderer Cultur-Apparate und für diese sei Folgendes bemerkt.

Dass man unter dem Deckglas die Entwickelung der Vegetation beobachten kann, ist nur in besonders günstigen Fällen möglich. So gelingt die Cultur der *Leptothrix*-Bildungen mehr oder weniger gut unter dem Deckglas und die grossen, zartwandigen Zellenbildungen, welche z. B. *Penicillium* nach schwacher Einwirkung von Kali zeigt, gehen sogar bei luftdichtem Verschluss des Deckglases in einem passenden Medium wie z. B. Glycerin vor sich. Die meisten auf dem Objectträger vorzunehmenden Culturen muss man aber nach jedesmaliger mikroskopischer Untersuchung wieder vom Deckglas befreien.

Zu allen derartigen Culturen habe ich den in meinem Parasitenwerk angegebenen Apparat bewährt gefunden. Ich habe denselben in mannichfachster Weise modificirt angewendet und habe seit mehren Jahren fast immer 20 bis 30 solcher Apparate mit verschiedenen Culturen neben einander aufgestellt. Das Princip des Apparates ist bei aller Variation im Einzelnen doch ein sehr einfaches. Eine flache Schüssel (*s* Fig. 3) wird mit Wasser angefüllt. In das Wasser wird umgekehrt eine kleine Schüssel mit ebenem Boden gestülpt (*f s* Fig. 3). Auf diese kommt eine kleine Schüssel (*o*), welche das Substrat mit der zu cultivirenden Aussaat enthält oder ein Uhrglas oder der Objectträger u. s. w. Ueber das Object wird nun die Glocke *g* in's Wasser gestülpt, so dass die Aussaat luftdicht

abgeschlossen wird. Bisweilen wende ich oben durchbrochene und mit einem zweimal durchbohrten Stöpsel geschlossene Glocken (*st* Fig. 3) an, um die Luft erneuern zu können, ohne die Glocke zu öffnen. Die eine Oeffnung des Korks trägt nämlich ein Rohr, welches mit dem Recipienten der Luftpumpe verbunden werden kann (*rr* Fig. 3), während in der anderen Oeffnung ein anderes steckt, welches beim Auspumpen mit dem Reinigungsapparat verbunden wird (*k r* Fig. 3). Für gewöhnlich sind beide Röhren durch Korke fest verschlossen.

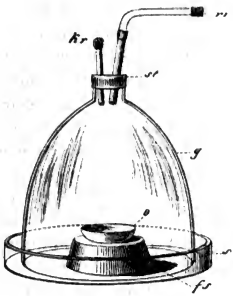


Fig. 3.

In dieser Modification hat der Apparat den Vortheil, dass die Luft mehrfach durch filtrirte ersetzt werden kann, bevor man die Glocke öffnet. Welcher von den so eben beschriebenen Apparaten in Anwendung kommen soll und welche Modificationen man dabei anzuwenden hat, das muss natürlich für jeden einzelnen Fall bestimmt und dem Tacte des Untersuchers anheimgegeben werden. So z. B. ist es im Allgemeinen eine ziemlich alberne Forderung, die Schuppen von *Favus* oder *Herpes* im Isolir-Apparat zu cultiviren, da sie natürlich niemals frei sind von Sporen der in der Luft befindlichen Arten. Indessen habe ich auch in solchen Fällen wenigstens einen oder einige wenige Versuche im Isolir-Apparat gemacht. Die Cultur freilich muss im Culturapparat unternommen und Schritt für Schritt verfolgt werden. Für den Gebrauch dieses Apparats sei noch folgendes bemerkt. Alle dabei angewendeten Stücke, besonders die Glocke, die Schalen, selbst die Röhren, werden mit Alkohol gewaschen, darauf ganz mit Alkohol gefüllt und wieder geleert und endlich mit destillirtem Wasser ausgespült. Alles das geschieht erst unmittelbar vor der Aussaat. Das Substrat wird vorher noch einmal gekocht (2—3 Minuten) und bis zur mässigen Abkühlung mit der gereinigten Glocke bedeckt.

II. Der Chemismus der Gährung.

Der Begriff der Gährung lässt sich sehr schwer feststellen, da die Chemie zu verschiedenen Zeiten ganz Verschiedenes darunter verstanden hat. Ursprünglich bezeichnete das Wort Gährung eine mit Gasentwickelung verbundene Zersetzung einer Flüssigkeit. In dieser Bedeutung ist wohl der Ausdruck der Technik in die Chemie aufgenommen.

Später zeigte sich, dass die Gasentwickelung etwas Unwesentliches sei. Weit wesentlicher ist das Vorhandensein einer katalytisch oder durch Contact wirkenden Substanz. Diese schien sehr verschiedener Natur zu sein, so dass man fast für jeden gährungsfähigen Körper ein besonderes Ferment aufstellen musste. Man sprach nur von Gährung bei organischen Verbindungen und dieser Sprachgebrauch ist auch immer bestimmter fixirt worden. Aber nicht für alle organischen oder mit organischen Verbindungen gemengten Flüssigkeiten hat man Gährungen nachweisen können, obgleich wohl vorausgesetzt werden kann, dass wir erst einen kleinen Theil dieser Umsetzungen kennen.

Ausser der gährungsfähigen Substanz und dem Gährungserreger (Ferment) sind aber noch andere Bedingungen nothwendig, damit eine Gährung zu Stande komme. Erstlich ist eine bestimmte Menge von Wasser zum Zustandekommen, wenn nicht aller, doch der meisten Gährungsprocesse erforderlich. Zweitens bedarf es einer bestimmten Temperatur. Im Allgemeinen gehen die Gährungsprocesse zwischen 10 und 40° R. am besten vor sich, doch steigt oft die Wärme gährender Substanzen auf weit höhere Grade. So weit es bis jetzt bekannt geworden, ist die Temperaturgrenze der Gährungsprocesse, auch wo kein Organismus als Ferment nachgewiesen werden konnte, identisch mit der Grenze des thierischen und pflanzlichen Lebens, d. h. es findet Gährung statt in einem Intervall von 0° bis 110° C. Pasteur hat nachgewiesen, dass die pflanzlichen Organismen schon beim Siedepunct, die Infusorien (Bacterien und Vibrionen) aber erst bei 110° C. zu Grunde gehen. Man kann auf diese Weise leicht die den Bacterien so ähnlichen *Leptothrix*-Elemente von jenen unterscheiden, denn sie gehen ausnahmslos durch Kochen in 2—10 Minuten zu Grunde, wie ich vielfach bestätigt fand [1].

Drittens hat man für manche Gährungsformen die Luft als Bedin-

1) Die Fälle, welche Pasteur anführt, wo nach stundenlang einwirkender Siedehitze die Sporen gewisser Pilze noch keimfähig waren, beziehen sich auf die atmosphärische Luft. Es ist vielfach nachgewiesen, dass in der Luft alle Organismen weit höhere Temperaturen ertragen können, als in einer Flüssigkeit.

gung anzusehen. Bei der geistigen Gährung ist offenbar der Sauerstoff der Luft nicht nothwendig, ja er wird schädlich, wenn er reichlich dargeboten wird. In diesem Falle nämlich tritt die Essiggährung, also ein Verwesungsprocess, eine Oxydation, ein. Bei allen anorganischen Oxydationen ist der freie Luftzutritt dringend nothwendig, so z. B. bei der Verwesung stickstoffhaltiger Körper. Auch Stickstoff wird offenbar von den Fermenten häufig der Luft entzogen, sonst könnten nicht völlig stickstofffreie Substanzen wie Glycerin, Zucker u. a. in starke Gährung mit profuser Hefebildung versetzt werden durch den Zusatz einiger weniger Schimmelsporen. Ueber die Wirkungsweise der Fermente giebt es sehr verschiedene Ansichten, von denen sich zwei lange Zeit scheinbar widersprechend gegenüberstanden, welche sich recht gut vereinigen lassen und auch beide im Rechte zu sein scheinen. Nach der einen wirken die Fermente durch ihre chemische Zusammensetzung, abgesehen davon, ob sie organisirt sind oder nicht. So z. B. bringt eine Stickstoffverbindung nach dieser Ansicht Gährung hervor, mag sie nun todten oder lebenden Organismen angehören. Nach der anderen Ansicht wirken lebende Organismen als Fermente. Wir wollen diese Ansichten in den einzelnen Gährungsformen zu prüfen suchen, von denen ich die wichtigsten kurz beleuchte.

1. Geistige Gährung oder Alkoholgährung.

Diese Gährung lassen wir vorangehen, weil sie die bekannteste von allen ist. Bekanntlich ist die Gährungsflüssigkeit zuckerhaltiges Wasser; das Ferment besteht aus vegetabilischen Organismen und zwar aus Hefezellen verschiedener Schimmelpilze, namentlich: *Penicillium crustaceum Fr.*, *Mucor*, *Aspergillus glaucus Lk.* u. a. Eine etwas mystische Rolle spielt dabei der Stickstoff. Angeblich sollte derselbe als Ferment wirken, Pasteur hat aber gezeigt, dass man den in den gewöhnlichen Gährungsflüssigkeiten in Form vegetabilischer Substanzen vorhandenen Stickstoff durch Zusatz von Ammoniaksalzen vollkommen ersetzen könne und dass der Stickstoff gar nicht direct, sondern lediglich als Nahrung der Hefepilze bei der Gährung betheiligt sei. Hier ist also die Lehre von der Contactwirkung aus dem Felde geschlagen. Der Stickstoff wenigstens wirkt nicht durch Contact. Nach meinen Versuchen bedarf auch allenfalls der Hefepilz keines Stickstoffs in der Flüssigkeit, jedoch geht die Gährung bei Anwesenheit von Stickstoffverbindungen weit rascher von Statten. Bei Abwesenheit derselben kann der Pilz den Stickstoff nur der Luft oder anderen Organismen entziehen, so z. B. ein Pilz dem anderen oder Pilze den Vibrionen, wobei natürlich die Grenze der Vegetation eine sehr enge ist.

Die bei der geistigen Gährung entstehenden Producte werden sehr

roh bezeichnet, weil sie bis jetzt nur sehr roh analysirt wurden. Man findet in allen Lehrbüchern die kahle Angabe, bei der Gährung zerfalle der Zucker in Alkohol und Kohlensäure:

$$C^{12}H^{12}O^{12} = 2(C^4H^6O^2 + C^2O^4).$$

Dass diese Auffassung höchst unvollständig ist, liegt auf der Hand. Daher scheint auch den Meisten diese Zerlegung geradezu eine Unmöglichkeit zu sein und darin haben sie vollkommen Recht. Dass die obige Angabe ganz roh ist und nicht auf genauer und sorgfältiger quantitativer Untersuchung ruht, geht schon daraus hervor, dass man die Hefe dabei ganz ausser Acht lässt, die sich doch stark vermehrt und auf Kosten des Zuckers vegetirt; jedenfalls auch einen grossen Theil der Kohlensäure abscheidet. Ferner ist dabei gar keine Rücksicht auf die Luft genommen, welche, wie Pasteur gezeigt hat, wesentlich in ihrer Mischung verändert wird. So fand derselbe über zuckerhaltiger Flüssigkeit, welche vom 26. Mai bis zum 4. Juli 1860 in einem Ballon mit Staub aus der Luft abgeschlossen war und bis dahin nur Vibrionen erzeugt hatte, die Luft des Ballons bestehend aus:

Sauerstoff	4,3
Kohlensäure . . .	14,3
Wasserstoff . . .	0,0
Stickstoff	81,4
	100,0

Es ergiebt sich also daraus eine fast völlige Absorption des Sauerstoffs und Bildung von Kohlensäure. Dieser Nachweis wurde von Pasteur für mehre Gährungsarten geführt. Derselbe zeigte die Sauerstoffabsorption beim Fehlen der Hefepilze, welche sehr langsam von Statten geht, zuerst an folgendem Beispiel. Eine zuckerhaltige Flüssigkeit, ausgekocht, mit ausgeglühter und wieder abgekühlter Luft versehen, hatte die Luft des Ballons vom 12. Februar bis zum 18. April 1860 so verändert, dass sie zusammengesetzt war aus:

Kohlensäure . . .	0,9
Sauerstoff	19,5
Stickstoff	79,6
	100,0

Im Verhältniss zur Absorption der Hefe ist diese Oxydation also unbedeutend.

Urin, ebenso behandelt, erzeugte vom 13. Februar bis zum 14. April im Ballon eine Atmosphäre von der Zusammensetzung:

Stickstoff	76,8
Sauerstoff	19,3
Kohlensäure . . .	3,9
	100,0

In einem ganz gleichen Ballon, dessen Luft durch Quecksilber, in welches seine Oeffnung bei der Füllung eingetaucht wurde, verunreinigt war und Hefe erzeugt hatte, war die Zusammensetzung nach Ablauf desselben Termins:

Stickstoff	80,5
Sauerstoff	0,0
Kohlensäure . . .	19,5
	100

Der Sauerstoff war also völlig verbraucht und in grosser Menge Kohlensäure ausgehaucht.

Vom 10. bis zum 17. April hatten Vibrionen und Bacterien die Milch in einem Ballon zum Gerinnen gebracht und die Luft enthielt:

Stickstoff	81,8
Sauerstoff	0,8
Kohlensäure . . .	17,2
Wasserstoff . . .	0,2

Bis auf 110° erhitzte, von Organismen freie Milch zeigte nach 40 Tagen eine Luft von:

Stickstoff	81,47
Sauerstoff . . .	18,37
Kohlensäure . . .	0,16

Also auch hier eine sehr langsame Oxydation.

Mit Staub versehene Milch veränderte binnen 8 Tagen ihre Luft bis zu folgender Zusammensetzung:

Stickstoff	58,1
Sauerstoff	2,3
Kohlensäure . . .	28,6
Wasserstoff . . .	11,0
	100,0

Diese starke Wasserstoffausscheidung ist sehr beachtenswerth.

Ich erwähnte vorhin, dass Pasteur die Rolle, welche der Stickstoff bei der Gährung spielt, erst aufgedeckt habe, indem er zeigte, dass keineswegs eine organisirte Substanz ihn der Gährungsflüssigkeit zuführen müsse, sondern dass man ihn durch krystallisirte Stickstoffverbindungen ersetzen könne.

So z. B. wendet er an:

Destillirtes Wasser . . .	100 Theile
Krystallisirten Zucker . .	10 »
Weinsteinsaures Ammoniak	0,2—0,5 Theile
Hefenasche	0,1 Theil.

Auf dieser Flüssigkeit erzog er Bacterien, Vibrionen, Mucedineen etc.

und sie enthielten in normaler Weise die ihnen eigenthümlichen Proteïnsubstanzen, Fette, Oele und Pigmente.

Bei Kreidezusatz, wie z. B. in folgender Mischung:

Destillirtes Wasser . . .	100 Theile
Krystallisirter Zucker . .	10 »
Weinsteinsaures Ammoniak	0,2—0,5 Theile
Hefenasche	0,1 Theil
Kreide, chemisch rein . .	3—5 Theile

zeigte sich vorzugsweise Milchsäuregährung, Buttersäuregährung, Schleimgährung und die diesen Umsetzungen eigenthümlichen Organismen.

Pasteur zeigte zugleich, dass keiner der oben genannten Stoffe fehlen darf, d. h. dass Stickstoff, ein Kohlenhydrat, Wasser und Aschenbestandtheile zur Gährung nöthig sind.

Wenn also als Endproducte der Gährung Kohlensäure und Alkohol auftreten, so ist damit noch nicht erwiesen, dass der Process der Umsetzung einfach dadurch bezeichnet ist, dass 1 Atom Zucker in 2 Atome Alkohol und Kohlensäure zerfällt; vielmehr finden auf alle Fälle weit complicirtere Zersetzungen und Umsetzungen statt, wie schon durch die Pasteur'schen Arbeiten bewiesen ist. Die Art, wie die Zerlegung des Zuckers zu Stande kommt, bleibt freilich immerhin noch räthselhaft. Nur ein sehr kleiner Theil desselben (1,2—1,5 %) geht in die Neubildungen der Hefe ein.

Es ist ungemein schwer, sich schon jetzt eine klare Vorstellung von der Art der Umsetzung und dem Orte, an welchem sie geschieht, zu bilden; nur muss man im Allgemeinen wohl voraussetzen, dass die vegetabilische Zellenmembran selbst Aufnahme und Ausscheidung einleitet, dass ihr also ein Wahlvermögen zukomme, welches natürlich grösstentheils abhängt von ihrem Inhalt, also vom Plasma.

Pasteur hat sehr wahrscheinlich gemacht, dass die Hefezellen ihren Sauerstoff der gährenden Substanz entnehmen, ja ich glaube diese Pasteur'sche Ansicht dadurch als richtig erwiesen zu haben, dass ich zeigte, die Hefe vermehre sich im Innern der Flüssigkeit; es ist sogar der Abschluss von der Luft oder vielmehr vom Sauerstoff derselben eine wesentliche Bedingung für die energische Gährung. Wir werden später sehen, dass die Pilze an der Luft, wo sie ihr den Sauerstoff entziehen, als Schimmel, im Innern der Flüssigkeiten als Hefe und bei schwachem Luftzutritt in vegetativer Form (*Oidium*) auftreten.

Will man daher die Gährung verlangsamen, so braucht man nur der Luft eine grosse Oberfläche darzubieten, in diesem Falle ist nämlich die Hefebildung schwach, die Schimmelbildung dagegen sehr stark[1]). Das

1) De Bary hat hierin Pasteur ganz falsch verstanden.

geht schon aus Versuchen von Pasteur hervor und ich habe es vielfach nachgewiesen.

Auch der Stickstoff kann allem Anschein nach, wenn er der gährenden Flüssigkeit fehlt, der Luft entzogen werden. Schon Jodin's Versuche scheinen das bewiesen zu haben. Ich habe mehrfach mit stickstofffreien Substraten gearbeitet, in welchen sich energisch Hefezellen bildeten. Freilich sind solche Arbeiten mit grosser Vorsicht zu beurtheilen, weil es nicht möglich ist, ganz reine Sporen eines Pilzes zu erhalten. Man muss immer fürchten, eine, wenn auch noch so geringe Verunreinigung führe den Sporen eine ausserhalb der Controle liegende Nahrung zu.

Die Hefebildung ist bei jeder noch so starken Gährung unbedeutend im Verhältniss zur Masse der gährenden Flüssigkeit. Diese Thatsache könnte man wieder zu Gunsten der Contactwirkung auslegen, indem man die Hefe als Erreger des Processes ansieht. Gewiss ist diese Auffassung, die selbst De Bary theilt, grundfalsch. Der Beweis dafür liegt schon darin, dass man die Gährung jederzeit unterbrechen kann. Wäre die Gährung ein chemischer Process, zu dem zwar die Hefebildung den ersten Anstoss gäbe, der aber, einmal eingeleitet, sich selbst unterhielte, so würde es nicht möglich sein, der Gährung durch Abfiltriren der Hefe sofort und fast vollständig Einhalt zu thun, wie es ja bei manchen technischen Gährungen bekannt ist, so z. B. bei der Bierbrauerei, wenn man plötzlich alle Hefe entfernt. Man hat nur eine Erklärung: dass nämlich der Vegetationsprocess einen kleinen Theil der Gährungsflüssigkeit aus der grossen Menge, die er in die Zellen einführt, zum Zellenbau verwendet und dass bei diesem jedenfalls höchst verwickelten chemischen Umsatz eine ganze Reihe von Zersetzungsproducten und als Endproducte Alkohol und Kohlensäure auftreten[1]).

Das Geheimniss des Umsatzes liegt also hier nicht allein im Chemismus, sondern in der Form, in welcher die chemischen Affinitäten zur Geltung kommen.

Die Form des Plasma und seiner Formelemente ist es offenbar, wodurch das eigenthümliche Verhältniss zwischen Kohlenhydraten und Proteïnsubstanzen erst möglich wird. Wir müssen also die Erklärung der Gährungserscheinungen im Zellenbildungs- und Zellenwachsthumsprocess aufsuchen.

Eine auf den ersten Anblick ganz erstaunliche und unerklärliche Thatsache wird durch die so eben mitgetheilte Ansicht sehr einfach erklärt, dass nämlich der Alkohol, ein tödtliches Gift für alle Pflanzenzellen,

---

1) Es ist natürlich durchaus nicht nothwendig, dass die Zwischenproducte in grösseren Mengen in der Flüssigkeit auftreten. Vielleicht werden manche derselben nur in der Hefe nachweisbar sein.

von diesen ausgeschieden wird und zwar so, dass er fortfährt, die Umgebung der Zellen zu bilden, ja später wieder von denselben aufgenommen wird, um in Essigsäure übergeführt zu werden. Man vergisst hierbei aber meistens, dass der Alkohol nicht in concentrirtem Zustand sich befindet, ja, dass er vielleicht schon in diluirter Form sich abscheidet. Und in verdünntem Zustande ist er nicht nur kein Pflanzengift, sondern geradezu Pflanzennahrung, wie die Essiggährung beweist.

Aber noch etwas Anderes und nach meiner Ansicht durchaus Entscheidendes kommt hier in Betracht. Wenn man nämlich die Behauptung aufstellt, die Menge der umgesetzten Substanz sei unverhältnissmässig gross im Verhältniss zum Consum von Seiten der Hefezellen, so ist das doch in sofern unrichtig, als man dabei lediglich auf den Zucker Rücksicht nimmt. Die Kohlenhydrate werden allerdings von den Pilzzellen in unbedeutender Menge aufgenommen. Aber fast jede gährende Substanz enthält Stickstoffverbindungen und nur durch Vorhandensein des Stickstoffs wird die Gährung möglich. Dieser muss also entweder in der Substanz oder in der Luft vorhanden sein. Jede Pflanzenzelle bedarf des Stickstoffs, ganz besonders aber die Pilzzelle. Kann also nur durch Hefebildung Gährung zu Stande kommen, so kann die Gährung nur so lange dauern, bis der Stickstoff der Flüssigkeit verbraucht ist, es sei denn, dass man der Luft ganz freien Zutritt verstatte. In diesem Falle hört die Pilzbildung in der Flüssigkeit auch nach völligem Verbrauch der stickstoffhaltigen Materien nicht auf, aber nun beschränkt sie sich auf die Oberfläche der Flüssigkeit, denn sie bedarf der Luft, namentlich des Stickstoffs derselben. Ich glaube, man hat hier dem Sauerstoff zu viel Ehre angethan, wenn man ihm die ganze Wirkung bei der Essigbildung zuschrieb. Es fragt sich sehr, ob in reinem Sauerstoff diese überhaupt vor sich geht. Ist das der Fall, so ist es jedenfalls directe Oxydation ohne Hefebildung. Wir kommen bei der Essiggährung auf diesen Punct zurück.

Aus obiger Behauptung, dass nur der Stickstoffgehalt der Gährungsflüssigkeit die Gährung möglich macht, folgt ferner, dass man durch Zusatz stickstoffhaltiger Materien die Gährung verstärken und verlängern könne. Dass das möglich sei, ist allgemein bekannt. Man kann ausgekochte thierische Substanzen in eine gährende Flüssigkeit bringen und wird die Gährung nun bedeutend verlängert sehen. Es ist aber wohl selbstverständlich, dass die Gährung ganz andere Producte liefern muss, wenn sie länger dauert und energischer fortgesetzt wird. Sobald das Verhältniss ein anderes ist zwischen Stickstoffverbindungen und Kohlenhydraten, müssen auch die Producte sich ändern, falls unsere Ansicht richtig ist, dass die Hefezellen die Ursache der Umsetzung sind. Wären sie es nicht direct durch ihre Vegetation, gäben sie gewissermassen nur den ersten Anstoss zur Gährung, die dann ungestört fortschritte, so müsste es

gleichgültig sein, in welchem Verhältniss und auf wie lange Zeit man ihnen die Nahrung darböte: Es würde sich aus Zucker immer nur Alkohol bilden. Dem ist aber nicht so. Ist das Verhältniss zwischen Proteïnverbindungen und Kohlenhydraten ein anderes zu Gunsten der erstgenannten, so bilden sich andere Zersetzungsproducte. So z. B. ist es nicht möglich, den Zucker der gewöhnlichen Kuhmilch in Alkohol und Kohlensäure durch Hefe zu zerlegen. Das Product ist Milchsäure und zwar hängt die Milchsäuregährung vom grösseren Stickstoffgehalt der Milch ab. Verringert man diesen, so kann man auch aus Milchzucker Alkohol gewinnen [1]). Vermehrt man ihn aber, so bildet sich gar keine oder nur wenige Milchsäure und es tritt Fäulniss ein, also abermals ein neuer Gährungsprocess mit ganz neuen Producten. Lässt man dabei der Luft ganz freien Zutritt, so oxydiren sich die neuen Verbindungen sofort und die Fäulniss geht in Verwesung über. In allen diesen und mehren anderen Fällen lässt sich nachweisen, dass die Organismen die Gährung hervorrufen und dass sie sich nach der Gährungsform modificiren.

Beruhte die Gährung bloss auf der Zersetzung des Zuckers, ganz abgesehen von den Proteïnverbindungen, so könnte es keine zuckerhaltigen Weine geben. Ein grosser Zuckerreichthum macht den Wein fähig, völlig auszugähren. Ist die Gährung beendigt, so wird der Zucker nicht mehr zersetzt, es sei denn, dass man die alkoholische Gährung durch starke Luftzufuhr in Verwesung (Essigsäurebildung) überführe. Aus diesem Grunde sind solche starke Weine haltbarer als schwächere, denn sie enthalten keine Proteïnverbindungen mehr, welche bei schwachen, nicht völlig ausgegohrenen Weinen oft in merklicher Menge vorhanden sind. Bei diesen reicht nämlich der Zuckergehalt nicht aus, er ist schon in Alkohol und Kohlensäure übergeführt, bevor die Proteïnsubstanzen ganz verzehrt sind. Solche Weine werden leicht sauer, d. h. sie gehen zur Essiggährung über.

Die Temperatur wirkt wie bei allen Gährungen nur dadurch ein, dass sie den Lebensprocess der Organismen erhöht und dadurch die Gährung beschleunigt. Von Organismen freie Substanzen gähren bei einer Temperatur von 30—40° R. ebenso wenig wie bei 3—4° R. Auf diesem Unterschied zwischen grösserer und geringerer Energie des Processes beruht der Unterschied von Obergährung und Untergährung. Bei der Obergährung entwickelt sich die Kohlensäure (bei höherer Temperatur) so energisch, dass sie die Hefezellen an die Oberfläche trägt. Hier leiten sie mehr oder weniger Schimmelbildung ein, d. h. sie nehmen Sauerstoff

1) Um aus Milchzucker Alkohol zu gewinnen, muss man die in Gährung zu versetzende Flüssigkeit beständig einer Temperatur von 40—50° R. aussetzen, sonst tritt nur geringe Kohlensäurebildung, sehr bald nur saure Gährung ein.

und Stickstoff aus der Luft auf; sie sind also nicht mehr im Stande, das Bier völlig auszugähren; dagegen vermehrt sich Schimmel und Hefe an der Oberfläche bis in's Unendliche fort oder vielmehr bis zur völligen Verwesung (Essigbildung) und Fäulniss des Bieres, wenn man die Gährung nicht unterbricht. Die Unterhefe dagegen lebt nur auf Kosten des Sauerstoffs und Stickstoffs der Flüssigkeit, sie verzehrt die Proteïnverbindungen völlig. Sind diese aus der Flüssigkeit verschwunden, so bleibt den Hefezellen nichts übrig, als sich selbst gegenseitig zu zersetzen oder abzusterben. Daher ist die Unterhefe völlig ausgegohrener Biere todt und kann nicht wieder zur Gährung benutzt werden, während die Oberhefe stets lebenskräftig bleibt.

Worauf beruht aber der Unterschied zwischen geistiger Gährung und Essigbildung, der Unterschied zwischen Fäulniss und Verwesung? Bei Gährung und Fäulniss entzieht der Organismus, die Hefe, ihren Sauerstoff dem Substrat; bei Essigbildung und Verwesung entzieht er ihn (als Schimmel) der Luft. Daher entstehen im ersten Fall vorzugsweise niedrige Oxydationsstufen und der Process ist wesentlich Reductionsprocess; im anderen Fall vorzugsweise höher oxydirte Producte und der Process ist wesentlich Oxydationsprocess. Wir wollen sehen, wie sich diese Auffassungsweise bei den übrigen Gährungsformen bewährt und wie sie sich experimentell als richtig nachweisen lässt. Vergleichen wir zunächst die Milchsäuregährung.

2. Milchsäuregährung.

Kuhmilch, der atmosphärischen Luft ausgesetzt, wird sehr rasch sauer, um so schneller, je höher die Temperatur, bis zu etwa 40° R. Aus dem Milchzucker ($C^{12}H^{12}O^{12}$) geht Milchsäure hervor ($C^6H^6O^6$), man hätte also, wenn man bloss die Endproducte berücksichtigt, eine einfache Umsetzung vor sich. Diese findet aber nur unter dem Einflusse von Pilzbildungen statt, von einer Hefeform, die von der Alkohol-Hefe ganz verschieden ist, obschon eines Ursprunges mit derselben. Pasteur hat gezeigt, dass beim Gerinnen und Sauerwerden der Milch die Luft bedeutende Einbusse an Sauerstoff erfährt bis zum Verschwinden desselben in den angewendeten Ballons, dass dagegen ein nicht minder bedeutender Vorrath an Kohlensäure in die Luft ausgeschieden wird und ebenso eine nicht unbeträchtliche Zufuhr an Wasserstoff. Ist die Luft ganz frei von Organismen, so übt die bis auf 110° C. erhitzte Luft nur eine ganz geringe Einbusse an Sauerstoff und entsprechende Bildung von Kohlensäure ohne merkliche Wasserstoffabscheidung aus.

Die Milchsäure bildet sich aus dem Milchzucker nur bei Gegenwart der Milchhefe und durch dieselbe, das habe ich mehrfach nachgewiesen.

Milch, welche 10 Minuten gekocht hat, kann man jahrelang in gutverkorkten Flaschen aufbewahren, ohne dass sie gerinnt oder sauer wird. Im Isolirapparat mit *Penicillium* besäete gekochte Milch war in 24 Stunden geronnen und sauer, während eine andere Probe derselben Milch sich viele Monate frisch erhielt und keine Spur von saurem Geschmack oder saurer Reaction zeigte.

In einer so zusammengesetzten Substanz wie die Milch ist natürlich der Gährungsprocess kein so einfacher, wie es nach dem so eben Mitgetheilten erscheinen könnte. Allerdings beginnt die Zersetzung der Milch mit dem Gerinnen des Käsestoffs und der Milchsäuregährung, aber dabei bleibt der Process nicht stehen: es tritt sehr bald Fäulniss, d. h. hier Käsebildung ein.

Das Gerinnen und Sauerwerden der Milch kann bekanntlich durch künstliche Mittel, so z. B. durch Kälbermagen beschleunigt werden. Man hat sich vielfach den Kopf zerbrochen, auf welche Weise diese Substanz auf die Milch einwirke und glaubte eine besondere chemische Einwirkung annehmen zu müssen. Eine derartige Wirkung existirt aber nicht. Die Magenflüssigkeit zersetzt die Milch nur deshalb, weil sie die der Fäulniss eigenthümlichen Hefegebilde in ausserordentlicher Menge enthält. Kocht man den Kälbermagen vor seiner Anwendung zehn Minuten lang, so erregt er keine Milchsäuregährung und Verkäsung.

Es ist im höchsten Grade wahrscheinlich, dass fast immer in der Milch schon in den Milchdrüsen die kleinsten Hefenelemente vorhanden sind, namentlich bald nach der Entbindung der Säugethiere. Dahin gehört namentlich ein Theil der von Moleschott unterschiedenen *Colostrum*-Körperchen. Das *Colostrum* geht eben deshalb leichter in Gährung über als die später gebildete Milch.

Der Process der Käsebildung ist, wie sich bei der complicirten Zusammensetzung der Milch denken lässt, ein sehr verwickelter und bis jetzt nur sehr unvollständig bekannt. Muss er auch, namentlich im letzten Stadium, vorzugsweise als Fäulniss aufgefasst werden, wofür die dabei thätigen Organismen das lebhafteste Zeugniss ablegen, so zeigt doch das Auftreten der Fettsäuren, namentlich der Buttersäure, Baldriansäure und Kapronsäure, dass sehr verschiedenartige Zersetzungen stattfinden müssen.

Bei der Fäulniss entwickelt selbst das fettfreie Caseïn nach Lehmann anfangs kohlensaures Ammoniak und Schwefelwasserstoff-Ammoniak, später, nach 2—3 Monaten, hauptsächlich Ammoniak, Baldriansäure, Buttersäure, Leucin und einen weissen, krystallisirbaren, stark nach Faeces riechenden Körper, endlich eine Säure, welche bei der Zersetzung durch eine Mineralsäure Tyrosin und Ammoniak liefert.

Sämmtliche Zersetzungsprocesse der Milch sind von zwei pflanzlichen Organismen begleitet, welche wir als der Milchsäuregährung und der

Fäulniss angehörig betrachten müssen. Diese Organismen sind echte Hefebildungen, denn ohne sie wird die Milch weder sauer noch gerinnt sie. Um die Milch in Gährung zu versetzen, bedarf es nur eines Stückchens Käse; denn dieser enthält stets die Hefe der Fäulniss in unzählbaren Mengen; er ist ganz davon durchdrungen.

3. Verwandlung der Stärke in Zucker bei der Keimung und im Thierkörper.

Bei der Keimung des Getreides setzt die Chemie einen besonderen als Ferment wirkenden Stoff, die Diastase, voraus und ein ähnlicher Stoff soll im Speichel wirksam sein. Nachgewiesen hat freilich diesen Stoff als Gährungserreger niemand; es herrschen sogar so entgegengesetzte Ansichten über ihn, dass er bald für eine Stickstoffverbindung, bald für eine stickstofffreie Verbindung ausgegeben wurde.

Die Diastase soll sich »in der Nähe des Keims« ? (also im Sameneiweiss), aber nicht im Würzelchen entwickeln, in den Knollen der Kartoffeln soll sie nur »an den Ansatzpuncten der Keime« vorkommen. Schon dieser Umstand wäre, näher in Betracht gezogen, für die Aufdeckung der wahren Natur dieses als Ferment fingirten Körpers von grosser Wichtigkeit gewesen. Aber auch die Natur derjenigen Getreidearten, welche am leichtesten durch Anfeuchtung und Anhäufung keimen, hätte man beachten sollen. Es sind vorzugsweise mit Spelzen versehene Früchte, ganz besonders die stets von den Spelzen umhüllte Gerste. Möglich also, dass die Spelzen und zwar durch ihnen anhaftende Theile Ursache der beschleunigten Keimung sind. Ist dem nicht so, so müssen wir eine specifische Eigenthümlichkeit, eine verschiedene Keimungsfähigkeit bei den verschiedenen Pflanzenarten voraussetzen, welche abhängig wäre von der Menge der Diastase.

Neben der Diastase fanden die Chemiker eine eiweisshaltige Materie, welche wie die Diastase selbst in Wasser löslich, in Alkohol unlöslich ist, bei 75^0 R. coagulirt, während die Diastase im Malzauszug noch gelöst bleibt. Diese kann durch wasserfreien Alkohol gefällt und getrocknet werden und löst in diesem Zustande bei 70^0 R. 2000 Theile Stärke, wandelt diese, auch bei niedriger Temperatur, in Dextrin, bei höherer in Zucker um.

Es ist ferner im höchsten Grade beachtenswerth, dass die Diastase in der Gerste nur n a c h der Keimung, niemals v o r der Keimung angetroffen wurde.

Das ist namentlich wichtig im Vergleich mit der Einwirkung des Speichels auf das Amylum. Dort setzt man einen der Diastase analogen

Körper voraus, während ein Analogon des Keimungsprocesses gänzlich fehlt.

Dass durch blosse Einwirkung chemischer Agentien das Amylum gelöst und zersetzt werden kann, ist sicher nachgewiesen, auch muss es ja innerhalb der Pflanzenzelle einen solchen Umwandlungsprocess geben. Man muss aber vorsichtig sein bei der Uebertragung dieser Thatsachen auf die Keimungsvorgänge und auf die Einwirkung des Speichels.

Die Pflanzenphysiologie lässt uns hier leider noch ganz im Stiche. Längeres Kochen im Wasser oder sehr verdünnten Säuren verwandelt die Stärke in Dextrin und Dextrose; dieselbe Wirkung wird sämmtlichen Fermenten zugeschrieben. Dabei soll die Stärke sich folgendermassen spalten: $C_{18} H_{30} O_{15} + H_2 O = C_{12} H_{20} O_{10} + C_6 H_{12} O_6$, d. h. Amylum zerlegt sich in Dextrin und Dextrose [1]. Zuletzt verwandelt sich auch das Dextrin in Dextrose. Die Amylumkörner bestehen nach Nägeli aus Granulose und Cellulose. J. Sachs nimmt an, dass die Stärke in der Pflanzenzelle aus Dextrose (Glycose) hervorgehe, weil eine durch Iod sich bläuende Lösung (Granulose) im Zellsaft nicht nachweisbar ist.

Das Factum einer chemischen Umwandlung der Stärke innerhalb der Pflanzenzelle lässt sich nicht hinwegdemonstriren, wie man sich dasselbe auch denken mag. Dass die Proteïnsubstanzen des Plasma dabei thätig sind, wird aus vielen Erscheinungen wahrscheinlich, so wenig man sich auch von dieser Einwirkung deutliche Begriffe bilden kann.

Wir haben also für diejenige Gährungsform, welche bei der Keimung und im Speichel thätig ist, zwei Gesichtspuncte in's Auge zu fassen: Entweder wird diese Gährung durch Organismen hervorgerufen. In diesem Falle wird sie nach vorheriger Tödtung der Organismen nicht eintreten. Oder sie entsteht durch Einwirkung des als Diastase bezeichneten Stoffes. In diesem Fall haben die Organismen gar keine oder ganz untergeordnete Bedeutung.

Ist jene Gährung ausschliesslich von Hefezellen abhängig, so ist die Diastase als Ferment fingirt. Wir läugnen, wohlverstanden, damit nicht ihr Vorhandensein, wohl aber die ihr zugeschriebene Wirkung. Sie spielt in diesem Falle eine ähnliche Rolle, wie die Proteïnverbindungen im Bier und in der Milch: Sie dient den Hefezellen als Nahrung.

Wir beginnen unsere Untersuchung mit der Speicheldiastase aus einem sehr einfachen praktischen Grunde. Den Speichel kann man durch Kochen von seinen lebenden Organismen befreien. Bei'm Malz geht das nicht, weil es nicht keimen würde und die Diastase sich ja erst bei der Keimung bilden soll. Man muss also bei'm Getreide sich auf eine Reinigung be-

---

1) Vgl. J. Sachs, Handbuch der Experimental-Physiologie der Pflanzen. Leipzig 1865.

schränken, die natürlich niemals absolut sein kann. Meine Versuche sind folgende. Es wurden in 3 Isolirapparaten drei Flüssigkeiten angesetzt. In der ersten Flasche (Nr. 1) befand sich dünner Stärkekleister, welcher mit einigen Centimetern Speichel 15 Minuten gekocht wurde. Die zweite Flasche (Nr. 2) enthielt Kleister, welcher, auf 50° abgekühlt, mit einer gleichen Quantität rohen Speichels versetzt wurde. Die dritte Flasche (Nr. 3) enthielt Kleister mit unter derselben Temperatur zugesetzten Sporen von *Penicillium crustaceum Fr.* Alle drei Flaschen wurden sofort fest verschlossen und vorläufig der Zimmertemperatur von 8—12° überlassen. Nach 12 Stunden zeigte die Flasche Nr. 1 den Kleister ganz unverändert, bei Nr. 2 hatte sich eine obere ganz klare von einer unteren grumösen Schicht getrennt. Dasselbe war in der dritten Flasche eingetreten, nur stand hier die klare Flüssigkeit in einer dickeren Schicht über der trüben. Ich überliess nun im Sandbade die Flaschen einer Temperatur von 30 bis 40° R. Unter Einfluss dieser Wärme vergrösserte die klare Schicht sich rasch, so dass nach 60 Stunden die Flaschen Nr. 2 und Nr. 3 nur noch eine sehr unbedeutende trübe Schicht zeigten und auch diese war von durchscheinender Beschaffenheit. Der Kleister in der ersten Flasche war ganz unverändert.

Man müsste nun aus Vorstehendem entweder schliessen, dass die Wirkung der Diastase durch die Siedehitze aufgehoben werde oder dass die im Speichel befindlichen Organismen die Ursache der Auflösung der Stärke sind. Nun zeigt sich aber in den Flaschen Nr. 2 und Nr. 3 eine so ausserordentliche Vermehrung der Organismen, dass die erste Hypothese ganz überflüssig wird; sie ist also vom Uebel. Die Organismen selbst und ihre Vermehrungsweise werden später beschrieben werden: Hier haben wir zunächst die Thatsache vor Augen, dass unter dem Einfluss der Organismen die Stärke in lösliche Form übergeht. Dass die Organismen, wenn sie sich in der Flüssigkeit stark vermehren, eine Zersetzung derselben bewirken oder wenigstens auf Kosten derselben vegetiren, versteht sich von selbst. Ebenso selbstverständlich ist es aber, dass sie im menschlichen Körper eine Zersetzung der Nahrungsflüssigkeit bewirken. Sie treten in der Mund- und Rachenhöhle massenhaft an den Wandungen auf und mischen sich beständig mit dem Speichel. Bekanntlich wirkt nur der gemischte, namentlich der mit Mundschleim versetzte Speichel auf die Stärke ein, nicht der frisch den Speicheldrüsen entnommene. Auch das erklärt sich durch die von mir nachgewiesene Thatsache höchst einfach. Es scheint aber auch höchst beachtenswerth für den ganzen Verdauungsprocess, dass überall, in der Speiseröhre, im Magen, in sämmtlichen Därmen die *Leptothrix*-Bildungen gefunden werden. Sie gehen stets mit der eingespeichelten Speise in Mengen durch den ganzen Körper. Sie finden sich im Mastdarm in den Excrementen am massen-

haftesten, mehr als im Magen aus dem einfachen Grunde, weil die Faeces in starker Fäulniss begriffen sind, ja, nach meiner Ueberzeugung sind die Hefezellen die Ursache dieser Fäulniss, sind also für die Ernährung des Menschen von grosser Wichtigkeit. Diese meine Behauptung stützt sich auf die Thatsache, dass noch niemals Fäulniss ohne die Hülfe von *Leptothrix*-Bildungen nachgewiesen werden konnte.

Wenn Herr Professor Klob die *Leptothrix*-Zellen nicht immer in den Faeces fand, so beweist das nur, dass er diese Bildungen gar nicht kennt. Alle Aerzte, mit denen ich darüber sprach, haben mir ihr Vorkommen bestätigt Es wären auch die menschlichen Faeces der einzige faule Körper, der sie nicht zeigte, wenn Herr Klob Recht hätte. Wahrscheinlich hat er die *Leptothrix*-Zellen, welche stets faulende Substanzen wie Käse, Faeces von Menschen und Thieren, faule Eier u. s. w. dicht gedrängt durchsetzen, gar nicht gesehen oder nur dann, wenn sie, wie an der Luft, in zusammenhängenden Ketten auftreten. Die Kettenbruchstücke, welche man häufig in den Faeces findet, rühren nicht von ihnen, sondern von den die Wände bekleidenden Epithelien her.

Dass an den Wänden diese Bildungen in der Regel im Magen weniger massenhaft auftreten als in der Mundhöhle, begreift sich leicht genug.

Wir kommen später auf die so eben mitgetheilten Versuche und ihre Resultate zurück; es mögen zuvor zum Vergleich noch die folgenden hervorgehoben werden.

In zwei gut gereinigten, ausgekochten Isolir-Apparaten wurde eine Quantität Zuckerwasser mit etwas Speichel luftdicht verschlossen bei gewöhnlicher Zimmertemperatur angesetzt. Der Inhalt der einen Flasche *A* wurde vor dem Einkitten des Stöpsels mit dem Speichel stark[1]) gekocht, während in der Flasche *B* nur der Zucker gekocht wurde, der Speichel dagegen erst nach dem Abkühlen auf 50° hinzutrat. Schon nach 12 Stunden war bei einer Lufttemperatur von nur 6° R. in den Flaschen eine merkliche Differenz hervorgetreten, welche mehre Tage hindurch stetig zunahm. Der Inhalt der Flasche *A* war und blieb nämlich abgesehen von kaum bemerklichen im Speichel befindlichen Verunreinigungen (Epithelialzellen, *Leptothrix*-Elementen u. s. w.) ganz klar, während der Inhalt der Flasche *B* schon nach 12 Stunden mit weisslichen, durchscheinenden Flocken, sehr ähnlich frisch gefällter Thonerde, durchsetzt war. Diese flockigen Massen senkten sich allmählich zu Boden und vermehrten sich einige Tage hindurch bedeutend. Es ergiebt sich also daraus, was die mikroskopische Untersuchung vollkommen bestätigte, dass die Hefenele-

1) Um alle Organismen zu tödten, muss man den Speichel 15—20 Minuten kochen; nach dem Kochen von 2—3 Minuten entwickeln sich zwar die Pilze langsamer und anfänglich spärlicher, doch sind sie nicht ganz unterdrückt.

mente des Speichels sich bedeutend im Zuckerwasser vermehrten und natürlich auf Kosten des Zuckers, da diese Hefe sich als Unterhefe fortbildete. Der Zucker lieferte die stickstofffreien, der geringe, in Epithelialzellen und in der sogenannten Diastase des Speichels enthaltene Stickstoff lieferte die stickstoffhaltigen Verbindungen für die Organismen dieses Gährungsprocesses.

Es ist also hier zum zweiten Mal bewiesen, dass durch den gekochten Speichel, welcher keine lebenden Organismen mehr enthält, keine Gährung erregt wird, sondern eben durch die Organismen, welche sich im Speichel befinden; dass also Diastase oder wie man die im Speichel befindlichen Stickstoffverbindungen sonst bezeichnen will, nicht als Gährungserreger, sondern als Nahrung der Hefezellen wirksam ist.

In beiden Versuchsreihen war das Endresultat ein äusserst zartflockiger Bodensatz, über welchem eine vollkommen wasserhelle Flüssigkeit stand. Der Bodensatz hatte im ersten Falle keine Aehnlichkeit mit Stärkekleister, sondern bestand aus ganz ähnlichen zarten Flöckchen wie in der zweiten Versuchsreihe. Die Gährung dauerte natürlich nur so lange, bis der Stickstoff der Flüssigkeiten verzehrt war. Ich liess indessen die Gefässe ungeöffnet noch mehre Tage stehen, die der ersten Reihe bei der Temperatur von 30—40° R.

Die oben mit Nr. 2 bezeichnete Flasche enthielt am 6. Tage nur eine klare Flüssigkeit, wie auch Nr. 3, mit einem sehr unbedeutenden Bodensatz.

Die Flüssigkeit von Nr. 2 wurde in einer Porzellanschale abgedampft, während der Apparat Nr. 3 noch länger stehen blieb, um die Entwickelung der Pilze weiter verfolgen zu können.

Der Inhalt der Flasche Nr. 2 zeigte unter dem Mikroskop keine Spur von Kleisterkörnern und Iodlösung wies nur im Bodensatz hie und da noch sehr geringfügige Mengen von amorpher Stärke (Fig. 1 der Tafel) in sehr feiner Vertheilung nach. Der ganze Bodensatz bestand aus *Leptothrix*-Körnchen, welche oft in Gruppen beisammenlagen (Fig. 1. 2) und an der Oberfläche der Flüssigkeit oft zu feinen Fäden ausgekeimt waren (*a* Fig. 2).

Die bis zur Trockne eingedampfte Flüssigkeit bestand in einer weisslichen, krümlichen, nicht krystallisirbaren Masse mit allen Eigenschaften des Stärkezuckers.

An der Oberfläche der Flüssigkeit, in welcher sich Sporen verschiedener Pilze (*Tilletia*, *Uredo* von *Puccinia graminis*, *Penicillium* u. s. w.) befanden, hatte sich hie und da *Achorion* gebildet.

Diese *Achorion*- oder *Oidium*-Bildungen werden durch die entstandene Milchsäure verursacht. Die Flüssigkeit röthete den Lackmus schon auffallend.

In der Flasche Nr. 1 war die Stärke fast unverändert, die Färbung durch Iod für's blosse Auge schon schwarzblau, die Körner und Ballen hatten die Beschaffenheit frisch gekochten Kleisters.

Ungleich schwieriger ist es, den Nachweis zu führen, ob die Schimmelpilze, welche den Spelzen der Getreidekörner anhängen, einen Theil derjenigen Erscheinungen hervorrufen, welche man auf Rechnung der Diastase bringt. Dass die Diastase als Proteïnverbindung existirt, ist ein unläugbares Factum; es kommt aber darauf an, welche Rolle diesem Stoff zuertheilt werden müsse.

Eine halbe Unze Gerstenkörner wurde in einem Isolirapparat mit etwas Wasser angesetzt; eine gleiche Quantität wurde ebenso behandelt, nachdem die Körner zehnmal mit destillirtem Wasser geschüttelt wurden, welches ich nach jedesmaligem Schütteln durch Decantiren entfernte. So hoffte ich einen grossen Theil der anhangenden Schimmelsporen zu entfernen, konnte aber freilich kein reines Resultat erwarten. Selbst ein Entfernen der Spelzen wäre misslich gewesen, weil dabei sehr leicht die Körner verletzt werden konnten.

Das Resultat war, dass die geschüttelten Körner einige Tage früher keimten als die ungeschüttelten. Ich lege, wie gesagt, kein grosses Gewicht auf diesen Versuch, den ich später bei Besprechung der Gährungsorganismen nochmals zur Erörterung bringe. Die Frage, wie die Diastase wirkt, ist übrigens auf alle Fälle noch anders zu stellen. Es ist keine Frage, dass die Schimmelpilze, wenn überhaupt einen, doch nur geringen Antheil, nur beschleunigende Wirkung bei der Keimung haben. Im Plasma der Zellen selbst liegt die Kraft, durch welche die Stärke in Zucker übergeführt wird. Selbst Berthelot's Entdeckung, dass zerriebene Hefe eine gährungerzeugende Proteïnverbindung enthalte, hat nach meiner Ansicht keine andere Bedeutung, als dass bei'm Zerreiben die Plasmakerne in Freiheit gesetzt sind und sich zu Hefezellen ausgebildet haben. Mit dem Zerstören der Membran der Hefezelle ist, wie ich bewiesen habe, noch keineswegs ihre fortpflanzende Kraft erloschen.

Die Flüssigkeiten des pankreatischen Saftes und Magensaftes verhalten sich ganz zweifellos dem Speichel analog. Die Pilzelemente wirken zersetzend auf die Nahrung ein, was man bisher besonderen Fermenten zuschrieb, die nur als Nahrung der Hefe dienen.

4. Schleimgährung und Pectingährung.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die sogenannte Pectase, welche als Ferment der Pectin-Substanzen angesehen wird, wenn sie wirklich die Gährung bewirkt, eine Hefeform ist und als solche werden wir sie später besprechen. Man pflegt die Pectinsubstanzen von den sogenannten

Pflanzenschleimen streng getrennt zu halten, was bei der geringen Bekanntschaft mit diesen wohl oft schwer ausführbar ist.

Der wesentlichste Unterschied, den die Chemiker angeben, besteht darin, dass die eigentlichen Pflanzenschleime mit Salpetersäure Schleimsäure geben, die Pectinkörper dagegen nicht.

Beide Gruppen von Körpern sind in mannigfacher Beziehung für die Praxis so wichtig, dass ich das Wenige, was ich über die Gährung dieser intricaten Substanzen anzugeben weiss, nicht ganz übergehen darf.

Die Pectinkörper sind eben wegen ihrer leichten Zersetzbarkeit durch Pilze oft die Ursache des Verderbens der Gelées, eingemachter Fruchtsäfte und Früchte, und ganz ähnlich scheinen sich die Pflanzenschleime zu verhalten.

Die *Pectase*, d. h. das Ferment der Pectingährung, wird nach Frémy[1]) aus dem Safte junger Carotten gewonnen, den man mit Alkohol versetzt, um die *Pectase* auszufällen. Ich habe schon als Student (1855) unter der trefflichen Leitung des Herrn Hofrath E. E. Schmid einen grossen Theil der Frémy'schen Untersuchungen über die Pectinsubstanzen wiederholt und viele Belehrung daraus geschöpft. Dass aber die *Pectase* selbst als Ferment die Gährung hervorrufe, hat mir dagegen nie einleuchten wollen. Sie erzeugt nur Gährung, wenn sie schon mit der Luft in Berührung war und ist offenbar ebenso wie die *Diastase* nur die Nahrung der Hefe, nicht die Hefe selbst. Das Geheimniss liegt hier wieder in der Morphologie der Plasmaelemente. Es ist im Grunde die Wirkung des Reifens der Früchte, im Innern der Gewebe durch Zellen hervorgerufen, der Wirkung der Hefezellen auf ihre Umgebung ganz analog. Im ersten Falle sind die Elemente des Plasma's (Plasmakerne) im Innern der Zelle eingeschlossen; im andern Falle haben sie sich von der Mutterzelle befreit. Warum sie nicht in beiden Fällen analog wirken sollten, ist nicht abzusehen. In neuerer Zeit hatte ich leider nicht Gelegenheit, jene Arbeiten über Pectingährung zu wiederholen.

Für die eigentlich sogenannte schleimige Gährung, d. h. die Bildung von Schleimsäure aus anderen Verbindungen, ist durch Pasteur nachgewiesen, dass sie nur durch *Leptothrix*-Ketten hervorgerufen wird, ähnlich denen im Schleim des Mundes. Pasteur weiss freilich nichts über den Ursprung und die Entstehungsweise dieser Ketten, die er Schleimferment oder Schleimhefe nennt. Diese Gährung, deren Organismen wir später kurz besprechen wollen, ist die Ursache so vieler unangenehmen Erscheinungen in conservirten Vegetabilien, des Fadenziehens und Schleimigwerdens der Weine und vieles Aehnlichen.

---

1) Frémy, Ueber das Reifen der Früchte. In den Annalen der Chemie und Pharmacie von F. Wöhler und J. Liebig. Heidelberg 1848. p. 263.

5. Buttersäuregährung und Bernsteinsäuregährung.

Bei der Buttersäuregährung wird nur Milchzucker oder Milchsäure, durch Hefe Buttersäure, Kohlensäure und Wasserstoff gebildet. Man wendet als Ferment Käse an und setzt Kreide zu, welche keinen anderen Zweck hat, als die freie Säure zu binden. Das ist nothwendig, um grössere Mengen Säure zu erhalten, ebenso wie bei der Milchsäuregährung, weil die Organismen in der sauren Flüssigkeit nicht fortvegetiren. Der Käse ist, wie ich später zeigen werde, ganz dicht mit den Hefezellen der Fäulniss imprägnirt.

Der Gährungsprocess wird, abgesehen von Hefe und Stickstoffgehalt dargestellt durch die Formel:

$$C^{12}H^{12}O^{12} = C^8H^8O^4 + 4H + 2C^2O^4.$$

1 Dr. Kreide, $^1/_2$ Pfd. Milchzucker und Wasser, in einem Isolirapparat (α) 5 Minuten stark gekocht, blieb wochenlang ganz unverändert. Eine gleiche Quantität Kreide, Milchzucker und Wasser (β) wurde ebenso behandelt, aber nach dem Kochen in das Aufsetzrohr eine kleine Quantität von *Penicillium*-Sporen gebracht. Der Apparat wurde sofort hermetisch geschlossen und nach dem Abkühlen geschüttelt, um die Sporen in die Flüssigkeit zu bringen.

Schon nach 12 Stunden war bei gewöhnlicher Zimmertemperatur (8—10° R.) ein nicht unbeträchtlicher Theil der Kreide verschwunden, ohne Zweifel durch Milchsäurebildung; die Flüssigkeit war vollkommen klar. Ich liess den Apparat mehre Wochen stehen und gewann eine kleine Quantität reiner Buttersäure auf dem bekannten Wege der Darstellung.

Ein dritter Apparat (γ) enthielt Milchzucker und Kreide in gleichen Quantitäten; als Ferment wendete ich aber ein Stückchen Schweizerkäse von der Grösse einer Haselnuss an. Der Käse wurde zuerst mit Wasser im Apparat 15 Minuten in starkem Kochen erhalten; darauf setzte ich Zucker und Kreide zu und kochte nochmals 5 Minuten, worauf der Apparat sofort geschlossen wurde. Selbst nach mehren Wochen zeigte sich nicht die geringste Veränderung, woraus klar hervorgeht, dass der Käsestoff nicht als Ferment wirkt, sondern nur als Nahrung der in ihm enthaltenen Hefemassen.

Die Bernsteinsäuregährung ist offenbar nach der Form des Processes von der Buttersäuregährung nur sehr unbedeutend verschieden. Es wird dabei bekanntlich aus Apfelsäure oder fumarsauren, aconitsauren und asparaginsauren Alkalien bei Gegenwart von Käse, Kreide und Wasser Bernsteinsäure gebildet nach der Formel:

$$4\,(C^8H^4O^8) + 2HO = 3\,(C^8H^4O^6) + 6H + 4C^2O^4.$$

Natürlich wirkt auch hier der Käse als Ferment nur durch seine

Hefe, welche durch die Proteïnsubstanzen des Käses ernährt wird. Die Kreide dient auch hier zur Aufnahme der entstandenen Säure. Auch bei Zutritt filtrirter Luft wird von Organismen befreite stickstoffhaltige Substanz diese Gährung gar nicht oder nur äusserst langsam einleiten.

6. Fäulnissprocesse.

Unter diesem Namen wird zur Zeit noch eine ganze Reihe von Gährungsformen zusammengefasst, welche zum Theil sehr complicirter Natur zu sein scheinen, so dass es überaus schwer hält sie in ihren einzelnen Phasen zu verfolgen. Doch ist auch dafür von Pasteur ein Anfang gemacht worden. Als einfachere Fäulnissprocesse nennt man besonders zwei, nämlich Harnstoffzersetzung und Leucinzersetzung. Bei der Harnstoffzersetzung wird bei Gegenwart von Wasser und einer vegetabilischen Hefe kohlensaures Ammoniak gebildet, nach der Formel:

$$C^2 H^4 N^2 O^2 + 4 HO = 2 H^4 NO, C^2 O^4.$$

Bei der Leucinzersetzung bildet sich aus Leucin bei Gegenwart von »Fibrin« und Wasser Valeriansäure, Kohlensäure, Ammoniak und Wasserstoffgas nach der Formel:

$$C^{12} H^{13} NO^4 + 4 HO = C^{10} H^{10} O^4 + C^2 O^4 + H^3 N + 4 H.$$

Da sich bei allen echten Fäulnissprocessen Ammoniak oder kohlensaures Ammoniak bildet, so hat man nicht ganz unpassend diese Form der Fäulniss mit dem Ausdruck »ammoniakalische Gährung« bezeichnet. Die eigentliche Fäulniss unterscheidet sich daher von der Verwesung, bei welcher höhere Oxydationsstufen auftreten, eben durch die schwächere Oxydation oder vielmehr Reduction. Wir kommen später auf diesen Punct zurück.

Man hat diese Gährungsform auch wohl alkalische Gährung genannt. So stellt Traube eine alkalische Gährung des Harns auf, die natürlich nichts weiter ist als die ammoniakalische Zersetzung des Harnstoffs.

Es sei hier zunächst ganz allgemein bemerkt, dass die Fäulniss durch Siedehitze oder unter Umständen durch eine Temperatur von 110—120° C. gänzlich unterdrückt wird. Man kann unter allen Umständen, wie ich nachgewiesen habe, die höhere Temperatur durch längeres Einwirken der Siedehitze, etwa 30—60 Min., ersetzen. Ich habe eine grosse Anzahl von Versuchen angestellt, welche den Beweis für die so eben aufgestellte Behauptung liefern und mehre dieser Versuche sind auch an die Oeffentlichkeit gelangt. Beispielsweise sei hier der folgende erwähnt. In zwei Isolirflaschen wurden Faeces vom Hunde 20 Minuten lang gekocht, darauf wurde in beiden Flaschen (Nr. 13 und 14) Zuckerwasser zugesetzt und noch 2 Minuten das Ganze im Kochen erhalten. Die Flasche Nr. 13 erhielt keine Aussaat und wurde sofort geschlossen; die Flasche Nr. 14

dagegen wurde in der mehrfach erwähnten Form mit *Penicillium* versehen. In Nr. 13 blieb die Zuckerlösung als ganz klare Flüssigkeit wochenlang über dem Bodensatz stehn. In Nr. 14 dagegen trübte sich die nur in den ersten Stunden klare Flüssigkeit von Stunde zu Stunde. Am 9. Februar Abends hatte die Aussaat stattgefunden. Schon am 11. zeigten sich an der Oberfläche weisse filzige Massen, welche am 12. in der Form des *Penicillium crustaceum* als blaugrünes Sammetpolster fructificirten. Das Innere der Flüssigkeit, welche eine tief braune Farbe zeigte und fast frei war von Bodensatz, war natürlich ganz dicht mit den Hefezellen der Fäulniss und Verwesung erfüllt. In einer dritten Flasche (Nr. 13 *b*) wurden die Faeces bloss im Wasser ohne Zuckerzusatz gekocht. Auch hier sanken die festen Bestandtheile rasch zu Boden und die darüber stehende Flüssigkeit blieb mehre Wochen völlig klar.

Als ich am 12. Februar Morgens, also am 3. Tage nach der Aussaat, die Flasche Nr. 14 öffnete, fiel mir zunächst auf, dass die Faecal-Flüssigkeit nur sehr wenig üblen Geruch zeigte, sehr unbedeutend im Verhältniss zu dem vor dem Kochen entwickelten Geruch. Die Fäulniss wird durch längeres Kochen vollständig unterbrochen und es dauert ebenso lange, bis sie nach Aussaat von Pilzen von Neuem beginnt, als hätte man ganz frische Substanz angewendet. Dadurch ist noch besser als durch Versuche wie mit den Apparaten Nr. 13 und Nr. 13 *a* die Unrichtigkeit des Dogma's erwiesen, dass gefaulte Substanzen auch dann leichter Fäulniss erregen als andere Stoffe, wenn die Organismen der Fäulniss getödtet seien. In dem Fläschchen Nr. 14 war am 3. Tage nach der Aussaat die Fäulniss noch sehr unbedeutend.

Zeugte für die sehr geringe Fäulniss schon die Geruchlosigkeit und die sehr schwach alkalische Beschaffenheit der Substanz, so legten die bis dahin ausgebildeten Organismen ein noch lebhafteres Zeugniss dafür ab. An der Oberfläche nämlich zeigte sich ein ganz normal beschaffener Filz fructificirender *Penicillium*-Vegetation, also Organismen der Verwesung, gewöhnlich Schimmel genannt, denn Verschimmelung und Verwesung sind Bezeichnungen für einen und denselben Vorgang. Die Flüssigkeit unter dem Schimmel enthielt zahlreiche bewegliche und unbewegliche Zellen kleinsten Kalibers (Figur 3) und kleine *Leptothrix*-Ketten in Gestalt der gewöhnlich sogenannten *Bacterium*-Stäbchen von 2 bis zu etwa 12 Gliedern (Fig. 3). Herr Klob ist der Meinung, ich hätte diese Stäbchen nicht genügend beschrieben und erklärt, ich habe aber schon 1864 ihre Entwickelungsgeschichte in der botanischen Zeitung gegeben und mindestens zehn Mal in meinen Herrn Professor Klob unbekannten Originalarbeiten diesen Gegenstand erörtert. Diese Stäbchen sind stets ohne irgend welche eigene Bewegung und haben mit den Vibrionen, mit denen Herr Klob sie zusammenwirft, gar keine Aehnlichkeit. Sie sind, wie ich

später ausführlich erweise, ein Zeichen von Einwirkung der Luft auf faulende Substanzen, also ein Zeichen, dass die Fäulniss an der Oberfläche in Verwesung übergeht oder umgekehrt die Verwesung nach innen in Fäulniss. Sehr wichtig ist es für unseren Fall, dass in der zuckerhaltigen Flüssigkeit sich auch einzelne auf alkoholische Gährung hinweisende Hefezellen in Form von *Cryptococcus cerevisiae* gebildet haben. Ob Fäulniss *sensu stricto* oder Gährung eintritt, das hängt auch hier ganz vom Stickstoffgehalt ab. Ist dieser im Verhältniss zum Zucker zu gross, so tritt natürlich Fäulniss ein, die Gährung ist dagegen unbedeutend oder schlägt zuletzt ganz fehl.

An der Oberfläche der Flüssigkeit hatte sich, wie gesagt, ein Filz fructificirender *Penicillium*-Pflanzen gebildet. Hie und da aber zeigten sich die unmittelbar unter der Oberfläche vegetirenden Fäden in der Form desjenigen *Oidium*, welches aus *Penicillium* bei der Milchsäurebildung an der Oberfläche entsteht. Die Fäden zeigen die Verästelung gewöhnlicher *Penicillium*-Fäden, aber sie sind stark lichtbrechend (Fig. 4), so dass man den Inhalt nicht sieht und kommen nie zur Pinselbildung, sondern schnüren gegen das Ende der Fäden *Conidien* (*c* Fig. 4) ab, ja die ganzen Fäden zerfallen bei starker Säurebildung in ihre Glieder (Gliederhefe). Die Flüssigkeit reagirte an der Oberfläche deutlich sauer, so dass das Lackmuspapier geröthet wurde. Es sind also ausser der eigentlichen Fäulniss schwache Alkoholgährung, Milchsäuregährung und an der Oberfläche starke Verwesung eingetreten, abgesehen von denjenigen Gährungs- und Umsetzungsformen, welche sich aus der Form der Organismen nicht nachweisen lassen. Ich will nicht unterlassen, hier gleich hinzuzufügen, dass bei jeder Fäulniss Milchsäurebildung eintritt, sobald die gehörige Menge von Kohlenhydraten vorhanden ist. In sehr stickstoffreichen Substanzen entsteht daher das *Oidium* nicht ohne Zusatz von Kohlenhydraten. Ich habe diese Thatsachen durch zahllose Versuche belegt und berichte über die neuesten derselben im nächsten Abschnitt.

Gehen wir zunächst etwas näher auf die Harnzersetzung ein. Wenn man ganz normalen Harn mit möglichst grosser Oberfläche der Luft aussetzt, so schimmelt derselbe binnen Kurzem; es bildet sich an der Oberfläche eine Schicht von fructificirendem *Penicillium crustaceum Fr.* Im normalen Harn bilden sich mehre Wochen durchaus keine anderen Elemente; derselbe fault also nicht, sondern geht in Verwesung, welche eben durch die Schimmelbildung bezeichnet wird. Der diabetische Harn dagegen bildet zahlreiche Hefezellen des *Cryptococcus cerevisiae* und anderer Formen. Gewöhnlich findet sich bei *Diabetes*-Kranken sowohl an den Genitalien als in der Mundhöhle der Soorpilz ein und der diabetische Harn entwickelt in grosser Menge die citronenförmigen Hefezellen dieses Pilzes. Kocht man aber den diabetischen Harn, so entsteht im Isolir-

apparat gar keine Gährung, wenn man keine Aussaat vorgenommen hatte und bei Aussaat von *Penicillium crustaceum Fr.* erhält man lediglich die *Cryptococcus*-Hefe. Hier tritt also in Folge des hohen Zuckergehaltes nicht blosse Fäulniss, sondern alkoholische Gährung ein und man könnte sicherlich aus diabetischem Harn Alkohol darstellen. Ueber den Ursprung der Hefe im Harn der *Diabetes*-Kranken giebt es zwei verschiedene Ansichten. Einige nehmen an, die Hefe entstehe unbedingt immer erst aus den Pilzen, welche an den äusseren Genitalien beständig, in besonders grosser Menge aber bei *Diabetes*-Kranken sich einfinden. Nach Anderen entstehen die Pilze schon in der Blase und es findet dort schon mehr oder weniger starke Gährung statt. Ich gestehe, dass ich früher unbedingt der ersterwähnten Ansicht zugethan war. Meine damalige Ansicht stützte sich auf eine Untersuchung diabetischen Harns, bei welchem sich die Zusammengehörigkeit der Pilze an den Genitalien und den Hefezellen des Harns leicht nachweisen liess. Ich habe mich aber seitdem überzeugt, dass schon in der Blase Pilzbildungen, namentlich *Leptothrix*-Ketten vorkommen und es ist nicht abzusehen, warum diese nicht schon innerhalb der Blase Hefebildungen im diabetischen Harn hervorrufen sollten.

Diese Ansicht, die nächst dem unleugbaren und von vielen Aerzten beobachteten Factum, dass schon in der Blase *Leptothrix*-Ketten ausgebildet werden, eigentlich keines weiteren Beweises bedarf, wird noch wesentlich gestützt durch das Factum, dass der Blasenschleim im Stande ist, die Zersetzung des Harnstoffs zu bewerkstelligen. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass durch die Pilzelemente dieses Schleimes die ammoniakalische Gährung des Harns eingeleitet werde, da ohne Pilzelemente, wie ich vielfach nachgewiesen habe, Fäulniss nicht eintritt. Es haben also die Hefebildungen im gelassenen diabetischen Harn offenbar einen doppelten Ursprung: aus den Pilzen der Blase und denen der Genitalien. Die Ansicht des Herrn Dr. Hirsch, dass der Harnstoff im Blute bei der Cholera zersetzt werde, widerspricht hiernach durchaus nicht dem von Klob nachgewiesenen Factum, dass der Darminhalt der Cholerakranken ungewöhnlich reich sei an Pilzelementen und Vibrionen, wenn auch die Chemiker gegen die Art, wie Herr Dr. Hirsch sich die Zersetzung des Harnstoffs denkt, gegründete Einsprache erheben werden. Dass die Leucinzersetzung ebenfalls durch Hefebildung bewirkt wird und dass die zugesetzte Fleischfaser nur als Nahrungsmittel der ihr anhangenden Pilzelemente zu betrachten ist, glaube ich annehmen zu dürfen, obgleich ich bis jetzt nicht Gelegenheit hatte, mit Leucin exacte Gährungsversuche vorzunehmen. So lange die Existenz eines rein chemisch wirkenden Fermentes nicht erwiesen ist, hat diese Ansicht keine Berechtigung. Uebrigens wird bei der Zersetzung des Käses auf alle Fälle Leucin, Tyrosin und Aehnliches gebildet und weiter zersetzt, wodurch die

durch Hefe eingeleitete Leucingährung schon bewiesen ist, denn man kann die Zersetzung des Käses wie jede Fäulniss in jedem Moment durch Siedehitze unterbrechen, aber gleich darauf durch Zusatz neuer Pilzelemente den Process auf's Neue einleiten. Derartige Versuche habe ich mehrfach und stets mit dem gleichen Erfolge ausgeführt.

Aber auch das Gerinnen der Milch, die Bildung des Caseïns oder vielmehr nach Ansicht der Chemiker die Abscheidung desselben kann man durch Organismen bewerkstelligen. Beim Sauerwerden der Milch ist in der Regel bekanntlich das Gerinnen das erste Stadium des Processes und man kann längere Zeit die durch ganz verschiedene Organismen eingeleiteten Processe der Milchsäuregährung und der Zersetzung des Caseïns neben einander verfolgen. Der Labmagen wirkt lediglich durch die in ihm befindlichen Organismen. Säet man Pilze in die Milch, so thun sie genau dieselben Dienste.

Ich stellte drei gleiche Portionen Milch, 5 Minuten lang gekocht, in 3 Isolirapparaten an. Die erste Flasche (*a*) enthielt Milch mit 15 Minuten in Wasser gekochtem und mit dem Wasser zugesetztem Labmagen. In der zweiten Flasche (*b*) befand sich in der Milch ein gleich grosses Stück frischen Labmagens; in der dritten Flasche (*c*) war eine Aussaat von *Penicillium* vorgenommen. In der Flasche *a* trat längere Zeit hindurch gar keine Veränderung ein, in den Flaschen *b* und *c* dagegen erfolgte diese in der gekochten Milch gleich langsam; es dauerte über 24 Stunden, bevor man äusserlich ein Zeichen der Zersetzung wahrnahm. In frischer Milch geht freilich die Zersetzung sehr rasch vor sich, schon deshalb, weil sie stets mit Hefezellen eigenthümlicher Art ganz erfüllt ist; indessen kam man durch Zusatz einer kleinen Quantität *Penicillium*-Sporen das Gerinnen und die Abscheidung des Caseïns genau so schnell einleiten wie mit dem Labmagen. Dass übrigens die dem Labmagen anhaftende Milchsäure einen im Anfange günstigen Einfluss auf die Entwickelung der Hefe haben könne, will ich nicht ganz in Abrede stellen.

Bevor ich nun zur Besprechung der Verwesungserscheinungen übergehe, sei folgendes über den allgemeinen Unterschied zwischen Fäulniss und Verwesung bemerkt. Die Fäulniss ist vorzugsweise Reductionsprocess, die Verwesung Oxydationsprocess. Bei der Fäulniss entwickelt sich Ammoniak, ja, es scheint sogar durch neuere chemische Untersuchungen erwiesen zu sein, dass bei der Fäulniss stickstoffreicher Substanzen stets etwas freier Stickstoff sich in die Luft erhebt. Ich glaube nicht gerade, dass dieser Stickstoff für den Haushalt der Natur verloren geht. Die Pilze absorbiren eine geringe Menge Stickstoff aus der Luft, wenn sie im Substrat keinen solchen vorfinden. Aber für den Augenblick geht er doch verloren und das ist bei der Düngerlehre sehr wohl zu berücksichtigen. Praktische Landwirthe, die in diesem Puncte sich klare Einsicht ver-

schaffen wollen, verweise ich auf das rühmlichst bekannte agriculturchemische Werk meines hochverehrten Herrn Collegen Professor E. REICHARDT zu Jena[1]).

Die Verwesung ist vorzugsweise Oxydation. Statt des Ammoniaks wird die höhere Oxydationsstufe, die Salpetersäure ausgebildet; es geht dabei gar kein Stickstoff verloren und die Salpetersäure ist bekanntlich ein ganz vortreffliches Nahrungsmittel für die Pflanzen, sobald sie sich mit Basen zu salpetersauren Salzen vereinigt hat. Es kommt also bei der Düngerbereitung darauf an, die Fäulniss in Verwesung umzusetzen und wir kommen später auf diesen Punct und die anzuwendenden Mittel zurück. Dass ein solcher Umsatz möglich ist, dafür zeugt schon das Vorhandensein von Hefeformen der Fäulniss, der Verwesung (Schimmel), der alkoholischen und der Milchsäuregährung, welche neben einander in sehr mannichfaltig zusammengesetzten faulenden Substanzen auftreten.

Das Geheimniss dieses Umsatzes besteht sehr einfach darin, dass man die faulende Substanz mit einer möglichst grossen Oberfläche der Luft aussetzt. Hat man ihr vorher die ammoniakalische Beschaffenheit genommen und durch Zusatz von Säuren die alkalische Reaction in die saure verwandelt, so wird jene Umänderung der Fäulniss in Verwesung um so leichter von Statten gehen. Von dieser Umwandlung kann man sich sehr leicht überzeugen. Ich säete z. B. *Penicillium* auf die Schale eines angefeuchteten Eies, welches in einem Culturapparat mit ein wenig Wasser angesetzt wurde. Das Ei ging binnen Kurzem in Fäulniss über durch Eindringen der Pilzelemente in die Poren der Eierschale. Hier im Innern entwickelten sich Millionen der kleinsten, die Fäulniss stets begleitenden Zellen (*Leptothrix*-Zellen). Das geöffnete Ei entwickelte den bekannten Geruch nach Schwefelwasserstoff. Ein anderes Ei wurde des Eigelbs beraubt und das Eiweiss in ein Becherglas gegossen. Auf die Oberfläche säete ich ganz dicht die Sporen von *Penicillium*. Mehre Monate hindurch blieb das nur gegen den Staub ganz leicht bedeckte Eiweiss vollkommen geruchlos und flüssig und es entwickelte sich sehr langsam eine Schimmelvegetation. Erst nach nahezu 4 Monaten entwickelte sich ein eigenthümlicher Geruch nach frisch gekochtem Leim, der mit dem Fäulnissgeruch gar keine Aehnlichkeit hatte. Jetzt bildeten sich rasch *Leptothrix*-Zellen und die Flüssigkeit ward rothbraun und dickflüssig. Ich übergab sie in diesem Zustande Herrn Professor GEUTHER. Mit zwei anderen Pilzen machte ich denselben Versuch, nämlich mit den Stylosporen des Mutterkorns und mit *Puccinia graminis* und erhielt trotz

1) Ackerbauchemie oder die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur. Erlangen 1861. Wie wir hören wird Herr Professor REICHARDT diesem Gegenstande eine eigene Schrift widmen.

wesentlicher Abweichungen in den Formen der entstandenen Hefe doch ganz dasselbe Endresultat. Die Flüssigkeit gewann zuletzt rasch an Consistenz und trocknete zu einer zähen, braunen, durchscheinenden Masse ein, erkaltetem Leim nicht unähnlich. Eiweiss dagegen, im Culturapparat mit geringer Luftmenge angestellt, nachdem ich es mit *Penicillium* besäet hatte, zeigte genau dieselben Fäulnisserscheinungen wie das vorhin erwähnte ganze Ei.

Stellt man gesunden menschlichen Harn in einer flachen Schüssel mit *Penicillium* besäet an die Luft, so vegetirt der Schimmel massenhaft. Der Harn bleibt dabei ganz geruchlos, wenn die Schüssel flach genug ist, bis zu seiner vollständigen Verwesung. Steht aber unter der zuletzt sehr dicken Schimmeldecke noch unzersetzter Harn, so beginnt dieser zu faulen, sobald die Schimmeldecke anfängt, ihn von der Luft abzuschneiden. Im Culturapparat mit wenig Luft angesetzt, fault der mit Sporen versehene Harn in ganz kurzer Zeit. Es sind die so eben angeführten Beispiele nur wenige Versuche aus einer grossen Zahl, die ich anstellte und die Jeder mit der gehörigen Vorsicht mit gleichem Erfolge wiederholen kann. Bezüglich des Harns habe ich in allerneuester Zeit Beobachtungen über die Fäulniss desselben angestellt, wovon das Folgende als hierher gehörig zu betrachten ist.

Am 12. Februar wurden zwei Kolben mit frisch gelassenem Harn gefüllt. Derselbe ward 5 Minuten gekocht, darauf der eine Kolben sofort luftdicht mit dem Isolirapparat verbunden, der andere erst, nachdem *Penicillium* mittelst des Aufsatzrohrs eingeführt war. Von 5 Uhr Nachmittags bis 9 Uhr Morgens, also in 16 Stunden, war die mit Aussaat versehene Flüssigkeit getrübt und zeigte einen 2—3‴ dicken Bodensatz von Hefe, während die Flüssigkeit des anderen Kolbens völlig klar blieb[1]). Es entwickelte sich aus dem Kolben mit der Aussaat schon ein höchst widriger Geruch durch das abwärts gebogene, von der Biegungsstelle an 160 Mm. lange Ansatzrohr, während der Harn ohne Aussaat völlig geruchlos blieb. Eine dritte Quantität Harn befand sich leicht bedeckt, ungekocht, in einem Becherglas. Auch hier zeigte sich keine Spur von Geruch oder Trübung. In der Folge nahm die Fäulniss im Kolben mit der Aussaat sehr rasch überhand, während der Kolben ohne Aussaat bis dato keine Spur von Trübung zeigt und sich auf dem Becherglas eine *Penicillium*-Decke gebildet hat über dem noch fast geruchlosen Harn.

Ich komme im folgenden Abschnitte auf Pasteur's Arbeiten über die Fäulniss zurück und will jetzt nur kurz folgendes daraus hervorheben.

1) Eine ganz leichte Trübung war während des Kochens durch einen schwachen Eiweissgehalt entstanden. Das gefällte Eiweiss senkte sich aber als kaum merklicher Bodensatz und die Flüssigkeit wurde klar wie vor dem Kochen.

Die grosse Schwierigkeit der Fäulnissuntersuchungen lässt es sehr begreiflich erscheinen, dass PASTEUR hier keineswegs so Tüchtiges und Zuverlässiges geleistet hat, wie man nach seinen früheren Untersuchungen glauben sollte. Das liegt aber nicht allein in der Schwierigkeit der Entwirrung der vielleicht sehr zahlreichen complicirten chemischen Processe, sondern ebenso wohl in PASTEUR's gänzlicher Unkenntniss mit der Organisation der niederen Pilze und Infusorien und Vibrionen.

PASTEUR lässt die Fäulniss stets durch *Monas crepusculum* und *Bacterium termo* eingeleitet werden, aber es entgeht ihm völlig, dass die von ihm so bezeichneten Gebilde pflanzlichen Ursprunges und zwar Pilzzellen sind.

Sehr richtig giebt er dagegen an, dass die echten Vibrionen, von denen er sechs verschiedene animalische Fermente unterscheidet, des freien Sauerstoffs nicht bedürfen, oder, wie er sich ausdrückt, durch denselben zu Grunde gehen. Dieses zu Grunde gehen ist wohl jedenfalls nur so zu verstehen, dass durch den Zutritt des Sauerstoffs die Schimmelbildung (Verwesung) begünstigt wird, welche durch ihre weit kräftigere Vegetation Vibrionen und Hefezellen unterdrückt. Demgemäss theilt PASTEUR sehr richtig die als Hefe auftretenden Organismen in *Anaërobii*, d. h. ohne Sauerstoff sich entwickelnde Wesen und *Aërobii* oder des Sauerstoffs bedürftige Wesen; nur entgeht ihm vollständig, dass diese Eintheilung nicht auf die Systematik der Pilze passt, dass diese vielmehr, und zwar eine und dieselbe Species, bald als *Anaërobii*, bald als *Aërobii* auftreten, indem sie ihre Gestaltung den äusseren Bedingungen accomodiren.

Den wahren Unterschied zwischen Hefebildung und Schimmelbildung oder Fäulniss und Verwesung kennt PASTEUR gar nicht, daher ist ihm auch die Lösung dieser ebenso interessanten als schwierigen Frage nicht völlig gelungen. Wir wollen später sehen, ob es uns gelingen wird, einige Klarheit in den Zusammenhang dieser Erscheinungen zu bringen.

7. Verwesungsprocesse.

Wir haben im Allgemeinen gesehen, dass die Verwesungsprocesse Oxydationsprocesse sind. Diese treten in ganz verschiedener Form auf, je nachdem die Substanz reich oder arm an Stickstoff ist. Stickstoffreiche Substanzen verwesen bei inniger Berührung mit der Luft unter Schimmelbildung. Das ist die Verwesung im engeren Sinne des Worts. Ist sie ganz rein, so geht sie geruchlos vor sich, wenigstens ohne Schwefelwasserstoff- und Ammoniakgeruch. Aber auch stickstofffreie Substanzen ver-

wesen, sobald man Pilzelemente zusetzt und etwas stickstoffhaltige Substanz zur Ernährung der Pilze. Meist ist das übrigens nicht nothwendig, da die Pilze Stickstoff aus der Luft aufnehmen.

Wir wollen hier beispielsweise noch zwei der wichtigeren Verwesungsprocesse anführen: Die Essigsäuregährung und die Oelgährung. Die Essigbereitung besteht bekanntlich darin, dass man auf verdünnten Alkohol (Wasser und Alkohol) die atmosphärische Luft und thierische und vegetabilische Hefe einwirken lässt. Jede alkoholhaltige Flüssigkeit wird sauer, d. h. der Alkohol verwandelt sich in Essigsäure, wenn man sie der mit Pilzsporen versehenen atmosphärischen Luft aussetzt. Die dabei sich bildenden Formen sind ganz bestimmte, bei keiner anderen Gährung vorkommende und ich werde sie später ihrer Natur gemäss beschreiben, wie ich sie auf Wein, Bier und verdünntem Alkohol aus *Penicillium* und anderen Pilzen erzog.

Der dabei vorgehende Oxydationsprocess ist bekanntlich aus zwei Stadien zusammengesetzt: Wasserstoffentziehung oder relative Oxydation und absolute Oxydation nach der Formel:

$$C^4H^5O + HO = \text{Alkohol}$$
$$C^4H^3O + HO = \text{Acetaldehyd}$$
$$C^4H^3O^3 + HO = \text{Essigsäure.}$$

Lässt man im engen Isolirapparat nur eine geringe Menge atmosphärischer Luft zutreten, so tritt die Essiggährung erstaunlich langsam ein und hört bald ganz auf, sobald sich nämlich die Oberfläche mit Schimmelvegetation bedeckt hat. Ist die Flüssigkeit complicirt zusammengesetzt, so tritt nun Fäulniss ein, wie auch der fertig gebildete Essig noch in Fäulniss versetzt werden kann.

Für die Fette und fetten Oele habe ich nachgewiesen, dass die mit dem Namen Ranzigwerden bezeichneten Oxydationsprocesse sehr langsame Gährungen sind, welche zu den Verwesungsprocessen gezählt werden müssen und welche nur unter der Bildung ganz eigenthümlicher Hefeformen vor sich gehen. Im Isolirapparat kann man Fette und fette Oele jahrelang frisch erhalten, während sie in demselben Apparat im Verlauf einiger Monate bei gewöhnlicher Temperatur, wenn sie mit *Penicillium* und anderen Schimmelsporen versehen waren, den üblen ranzigen Geruch annehmen und starke Vegetation entwickeln.

Meine desfallsigen Versuche sind vom chemischen Gesichtspuncte aus noch sehr roh, weil ich früher nicht Gelegenheit hatte, mit einem Chemiker gemeinsam zu arbeiten, was hierfür ganz nothwendig ist. Indessen zeigen schon Culturversuche mit den gewöhnlichen käuflichen Oelen und Fetten, dass zwei verschiedene Reihen von Vegetationsformen diese langsame Zersetzung einleiten. Es geht die Sage, Butter, Fette und Oele schimmelten nicht, das ist aber ganz falsch, wie wir später

sehen werden. Man muss nur oft monatelang Geduld haben, um die Schimmelbildungen bei niedriger Temperatur hervorzurufen. Um hier endlich noch die Gerbsäure-Gährung zu erwähnen, so ist es bekannt genug, dass die Ueberführung der Gallusgerbsäure in Gallussäure nur bei Gegenwart pilzlicher Hefe und durch deren Vermittelung von Statten geht.

Die vorstehenden Beispiele mögen genügen, um die Form der für die Praxis wichtigeren Gährungsprocesse zu überschauen. Ob beim Verharzen ätherischer Oele Vegetabilien mitwirken, ob bei der Zersetzung des Amygdalins durch das sogenannte Emulsin in diesem eine Hefeform wirkt, ob Aehnliches bei der Zerlegung des myronsauren Kali's durch Myrosin statthat u. s. w., das müssen wir der Zukunft zur Entscheidung anheimgeben, da es an feinen und exacten Versuchen zur Aufdeckung dieser Processe noch fehlt. Wo man aber eine Gährung exact untersuchte, da fand man Hefe im Spiel.

III. Morphologie der Hefe.

Um die Hefebildungen zu verstehen, ist es durchaus nothwendig, sich eine klare Vorstellung von der Morphologie der Schimmelpilze überhaupt zu bilden. Hier tritt uns zuerst der Unterschied zwischen Schimmel und Hefe entgegen und wir haben uns zu fragen, ob diese dem Sprachgebrauch des gemeinen Mannes entnommene Unterscheidung sich auch wissenschaftlich rechtfertigen lasse und wie sie sich zur Gährungslehre verhalte. Die Beantwortung dieser Frage ist zunächst abhängig von der Definition des Wortes Gährung. Fassen wir dieses Wort in dem im vorigen Abschnitt angewendeten Sinne: Gährung ist jede durch Organismen hervorgerufene Zersetzung organischer Verbindungen, —— dann können wir Schimmel und Hefe nicht streng unterscheiden, denn bei der Verwesung im engeren Sinne des Wortes bildet sich Schimmel, bei der so nah verwandten Essigsäuregährung dagegen bildet sich Hefe, wenigstens nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauch.

Diesem Sprachgebrauch gemäss nennt man Schimmel die an der Oberfläche verwesender, im Innern vielleicht faulender oder überhaupt gährender Substanzen entstehenden fädigen Pilzformen, meist mit Fructification; Hefe dagegen nennt man die im Innern von gährenden oder verwesenden Substanzen auftretenden unvollkommenen, meist einzelligen oder sehr wenig zelligen Pilzgebilde. Wenn sich diese Definition also nicht auf die Gährungsunterschiede ohne weiteres anwenden lässt, so fragt

sich zweitens, ob sie nicht durch die mykologische Systematik gerechtfertigt wird. Auch diese Frage müssen wir unbedingt verneinen. Man hat zwar früher eine Gruppe der Schimmel- oder Fadenpilze (*Hyphomycetes*) aufgestellt, aber diese Gruppe ist unhaltbar. Die Schimmelbildung oder mit anderen Worten das Vorkommen der Pilze als Verwesungserreger hat mit der Systematik der Pilze gar nichts zu thun; es ist diese Form des Vorkommens keineswegs auf gewisse Gruppen oder gar Arten von Pilzen beschränkt, sondern die Schimmelform kommt jedem auch der höchst entwickelten Pilze zu; es giebt höchst wahrscheinlich gar keinen Pilz, der nicht in Gestalt von Schimmel auftreten könne, von den Hutpilzen namentlich lässt es sich leicht nachweisen. Bei diesen sind ja selbst die grossen Fruchtformen Verwesungspilze, aber sie haben auch sämmtlich andere Fruchtformen als Vorläufer, welche meist im Innern oder an der Oberfläche sich zersetzender Substanzen als Fadenpilze auftreten.

Für den Nachweis dieser Ansicht muss ich auf meine einzelnen Originalarbeiten sowie auf ein unter der Presse befindliches Werk über Pflanzenpathologie verweisen. Einzelne Beispiele werde ich später berühren.

Es geht aus dem Gesagten zur Genüge hervor, dass der von de Bary aufgestellte Unterschied zwischen Saprophyten und Parasiten keinen Sinn hat, denn alle Parasiten unter den Pilzen haben echte Schimmelformen, wie ich an zahlreichen Beispielen durch Aussaaten ihrer Sporen nachgewiesen habe. Aber man braucht nicht einmal auf diese Thatsache zurückzugehen. Der Parasitismus selbst wird nur möglich durch die vom Parasiten in der Nährpflanze hervorgerufene Zersetzung, welche der Verwesung, Fäulniss, Gährung u. s. w. entspricht. Hätte de Bary diese einfache Thatsache beachtet, so würde der Abschnitt über die Wirkung der Pilze auf ihr Substrat in seinem mykologischen Handbuch nicht so dürftig ausgefallen sein. Aus der Feder eines Pflanzenphysiologen hervorgegangen, würde dieser Abschnitt ganz anders gelautet haben.

Schimmel ist also bloss eine Form des Vorkommens der Pilze und zwar wahrscheinlich aller Pilze. Will man, wenigstens schematisch, die parasitischen Formen mancher Pilze, welche nur auf lebenden Pflanzen vorkommen, von den Schimmelbildungen, welche auf leblosen organischen Substanzen vegetiren, trennen, so liegt darin nichts Unerlaubtes, nur darf diese Trennung nicht in die Systematik eingeschmuggelt werden.

Alle Schimmelbildungen deuten auf Verwesung der Substanz, an der sie auftreten, während diese im Innern vielleicht gährt oder fault.

Auch Hefe und Schimmel lassen sich systematisch nicht trennen. Dieselben Pilze, welche als Schimmel auftreten, bilden häufig auch Hefe. Pilze, welche nur als Hefe vorkämen, kennt man nicht, daher ist es unsinnig, die verschiedenen Hefezellen zu besonderen Arten, ja Gattungen mit gelehrt klingenden, meist aber nichtssagenden Namen wie: *Cryptococcus*,

Hormiscium, *Torula* u. s. w. zu stempeln. Diese Gattungen und zahllose andere existiren nur in den Köpfen der Autoren, welche sie aufgestellt haben und derer, welche die alte Nomenclatur gedankenlos und kritiklos nachsprechen.

Es ist möglich, dass alle Pilze, ebenso wie sie Schimmelbildungen als Vegetationsformen besitzen, auch Hefeformen bilden können, doch ist es bis jetzt erst für eine bestimmte Anzahl nachgewiesen. Jedenfalls aber ist die Zahl der hefebildenden Pilze gross, das beweist schon die Anzahl der Arten, für welche mir der Nachweis von Hefeformen gelang.

Jedenfalls nehmen an den so häufig spontan auftretenden Hefebildungen in der Regel nur wenige Pilze Theil und das sind diejenigen, welche man schlechtweg als Schimmelpilze bezeichnet, und welche die Systematiker in die Gattungen: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Mucor* u. a. gestellt haben, Gattungen, die jedenfalls nur einen Theil der Vegetationsformen der betreffenden Pilze begreifen.

Mehre dieser Pilze sind so verbreitet, dass man ihre Sporen überall in der Luft antrifft. Vom *Penicillium crustaceum Fr.* habe ich nachgewiesen[1], dass es in China ebenso gut und in derselben Form als Schimmelpilz auftritt wie bei uns. Die Ursache, warum gewisse Pilze so massenhaft auftreten, andere dagegen weit spärlicher, liegt natürlich in ihrer Constitution. Sie siegen im Kampf um die Existenz über alle anderen Pilze. Wo *Penicillium* auftritt, da wird fast jeder andere Schimmelpilz völlig unterdrückt. *Penicillium crustaceum Fr.* bedarf bei einer Temperatur von 10—12^0 R. nur höchstens 48 Stunden von der Aussaat bis zur Ausbildung der Fruchtpinsel. Jede gekeimte Spore bringt mehre hundert Sporen hervor, diese keimen sofort und erzeugen abermals binnen 48 Stunden Hunderte von Tochtersporen. Nun berechne man die Vegetation einer Woche aus einer einzigen Spore! Und die Fortpflanzung durch Sporen ist keineswegs die fruchtbarste.

Wir haben ferner zu fragen: Wie verhalten sich die verschiedenen Hefeformen zu bestimmten Pilzen? Liefert jeder besondere Pilz die Hefe für eine besondere Gährungsform oder ist die Gährungsform von der Substanz und nicht vom Pilz abhängig? Wir müssen nach sehr zahlreichen Untersuchungen über diesen Gegenstand uns der letztgenannten Ansicht zugethan erklären. de Bary spricht zwar die Meinung aus, dass wahrscheinlich verschiedene Schimmelpilze verschieden auf ihr Substrat einwirkten, allein für die verschiedenen Hefeformen spricht bis jetzt keine einzige Thatsache für diese Behauptung und de Bary würde sicherlich anderer Meinung sein, wenn er sich mehr mit Schimmelpilzen und namentlich mit Hefebildungen beschäftigt hätte. Die häufiger auftretenden Schim-

---

1) Landwirthschaftl. Versuchsstationen, von Prof. Dr. F. Nobbe. 1866. Nr. VIII.

melpilze wirken bei allen Gährungserscheinungen fast immer in derselben Weise auf ihr Substrat ein, unabhängig von der Pilzspecies[1]). *Penicillium* ruft in zuckerreichen Flüssigkeiten ebenso gut geistige Gährung hervor wie *Mucor*, *Aspergillus* und zahlreiche andere Pilze und jedes Mal folgt die Hefe, wenn sie auch in der Gestalt für jede Art charakteristisch ist, dem Bildungsgesetz des *Cryptococcus cerevisiae*. Ebenso bildet sich die Hefe der Fäulniss bei allen Pilzen nach demselben Gesetz; nicht minder die Hefe der milchsauren, essigsauren Gährung u. s. w. Ich werde sogleich Gelegenheit haben, dieses Gesetz an zahlreichen Beispielen zu erläutern.

Freilich gedeiht nicht jeder Pilz auf jedem Boden; soviel lässt sich schon jetzt behaupten und dafür bieten ja die Arbeiten über parasitische Pilze Beispiele genug dar. Aber wo ein Pilz Hefe bildet, da folgt sie dem nämlichen Bildungsgesetz, welches die Hefe anderer Pilze beherrscht und bringt nur ganz bestimmte, für alle Pilze gleiche Zersetzungen einer bestimmten Substanz hervor. Giebt es von diesem Gesetz Ausnahmen, so sind sie doch bis jetzt von Niemand nachgewiesen.

Ich will im folgenden zunächst den gemeinen Pinselschimmel (*Penicillium crustaceum Fr.*) als Beispiel für die Morphologie der Schimmel- und Hefebildungen benutzen, da dieser Pilz bei allen bis jetzt bekannten Gährungsprocessen, bei der Brauerei, Weingährung, Branntweinmaische, Fäulniss u. s. w., die weitaus überwiegende und sehr oft ausschliessliche Rolle spielt. Ich habe den Kosmopolitismus dieses merkwürdigen Organismus mehrfach zu schildern Gelegenheit gehabt. Er bildet nicht nur alle möglichen Hefeformen, sondern auch sehr verschiedene Schimmelformen und Conidien tragende Zwischenformen (*Oidium* und *Achorion*) aus und diese verbreiten sich, soweit die Forschung reicht, über die Erde.

Ich habe diesem Gegenstande vier Lebensjahre der angestrengtesten Arbeit gewidmet. Jeder, der sich mit Parasiten am menschlichen Körper und Hefebildungen auch nur ganz vorübergehend beschäftigt hat, weiss, wie schwierig und aufreibend, ja der Gesundheit gefahrbringend diese Arbeiten sind. Da ist es denn wahrlich nicht erfreulich, wenn ein Mann wie Professor Klob nach einer einzigen flüchtigen Untersuchung, die er über Cholera-Organismen angestellt, mich beim Publicum um die Früchte aller meiner Anstrengungen zu bringen sucht und die Sache so darstellt, als ob meine Ansichten auf blossen »Vermuthungen« ruhten. Die Ansicht, welche er mir in seiner Schrift auf p. 54 unterlegt, ist nirgends von mir ausgesprochen, auch nie gehegt worden, als ob »die im menschlichen Verdauungscanale vorgefundenen Pilzbildungen« so uniform wären, dass man sie ohne weiteres als Vegetationsformen eines und dessel-

1) Einige Fälle für bestimmte Gährungsformen, durch bestimmte Pilze veranlasst, habe ich in der That neuerdings aufgefunden.

ben Pilzes ansehen könnte«. Im Gegentheil trenne ich die von Klob zusammengeworfenen pilzlichen und nichtpilzlichen Organismen sehr sorgfältig und habe bekanntlich schon mehre sehr verschiedene Pilze am menschlichen Körper beschrieben. Es hat Niemand ein Recht, meine Angaben, die auf sorgfältigster und mühsamer Untersuchung beruhen, öffentlich in Zweifel zu ziehen und zu verdächtigen, wenn er sie nicht durch ebenso sorgfältige Wiederholung gewissenhaft geprüft hat. Was z. B. den Favuspilz anlangt, so habe ich nicht auf »Vermuthungen« hin, sondern durch Verfolgung der Vegetation von Stunde zu Stunde von der Keimung der Conidien des *Achorion* bis zur Pinselbildung die Zugehörigkeit zu *Penicillium crustaceum Fr.* bewiesen. Aber ich habe auch in Isolirapparaten, die jeden noch so strengen Ansprüchen genügen, das *Penicillium*, von den Favusborken ausgehend, auf flüssigen und breiartigen Substraten erzogen. Niemals ging etwas Anderes daraus hervor als *Penicillium*, dem nur selten (2 Mal bei 10 Aussaaten) eine geringe Menge von *Aspergillus* beigemengt war. Um aber zu zeigen, dass ich auch den scrupulösesten Zweiflern gerecht sein will, habe ich in jüngster Zeit nochmals mit einem allen Anforderungen entsprechenden Isolirapparat Culturversuche angestellt und nochmals das längstbekannte Resultat erhalten, dass die Hebra'sche Ansicht, *Achorion Schoenleini* entstehe durch *Penicillium*, durchaus richtig sei. Am ersten Februar d. J. säete ich Favusborken und Haare in den sorgfältig gereinigten Kolben des Apparats auf Zuckerwasser, welches, obschon frisch gelöst, längere Zeit gekocht worden war.

Am 10. Februar zeigten sich zarte Flocken in der Flüssigkeit, welche am 12. an der Oberfläche grünlich fructificirten. Ich liess sie bis zum 15. ungestört fortvegetiren; dann wurden sie untersucht und zeigten das ganz normale Bild des *Penicillium crustaceum Fr.* Ich komme später auf die Resultate dieser Cultur zurück.

Nach den vorstehend gegebenen allgemeinen Gesichtspuncten gehe ich zur Betrachtung einzelner Beispiele und zur Erläuterung der Vegetationsformen welche unter gewissen Bedingungen auftreten, über.

Entwickelungsgeschichte des Penicillium crustaceum Fr.

Dieser gemeine Schimmelpilz findet sich fast auf allen schimmelnden Substanzen, namentlich stickstoffärmeren, z. B. vegetabilischen, aber auch, was ich früher in Abrede stellte, weil meine Beobachtungen dagegen zu sprechen schienen, auf solchen von hohem Stickstoffgehalt. Seine gewöhnliche Form ist die eines zarten, weissen, flockigen Fadenpilzes, der an den Enden der einzelnen Zweige, welche unregelmässig, meist abwechselnd, selten opponirt stehen, die Sporenpinsel mit Acrosporen hervorbringt, die

dem blossen Auge als sehr feiner blaugrüner Staub erschienen. Figur 8 zeigt einen Faden mit 3 Pinseln bei 160facher Vergrösserung. Wer ein genaueres Bild von dieser Fructification zu haben wünscht, den verweise ich auf mein parasitologisches Büchlein [1]), wo der Pilz mit der Form und Abschnürung der Sporen, der Verzweigung des Pinsels und der vegetativen Fäden u. s. w. genau beschrieben und bei starker Vergrösserung abgebildet ist.

Säet man die kugeligen Pinselsporen auf dasselbe Substrat aus, so keimen sie sofort und man erhält durch viele Generationen immer wieder diese Eorm des Pinselschimmels. Bei einigermassen fester Unterlage und kräftiger Vegetation, so z. B. auf ziemlich dickem Kleister, besonders aber auf saftigem Obst, z. B. Weinbeeren, bildet das *Penicillium* durch Zusammentreten zahlreicher Fäden, die sich an einander aufrichten, einen förmlichen dicken Stamm, der nun oben eine grosse Zahl von Pinseln gedrängt dicht neben einander entwickelt. Diese Stammform ist anfangs weiss, darauf ergrünt sie in Folge der Fructification von oben nach unten allmählich und man hat aus diesen verschiedenen Stadien nicht nur eine ganz neue Pilzgattung: *Coremium*, sondern in dieser drei verschiedene Arten: *Coremium leucopus*, *C. glaucum* und *C. candidum* aufgestellt. Ich habe in der Botanischen Zeitung von dieser Stammbildung genaue Beschreibung und Abbildung gegeben [2]).

Säet sich auf einem bestimmten Substrat das *Penicillium* immer auf's Neue von selbst aus, so erscheinen zuletzt, wenn der Boden für das *Penicillium* nahezu erschöpft ist, die Sporenmassen nicht mehr blaugrün, sondern bräunlichgrün und zuletzt schwefelgelb, wie denn überhaupt die Farbe der Sporen bei Schimmelformen nie zur Bestimmung benutzt werden darf.

Um in die Hefebildungen einen klaren Einblick zu gewinnen, müssen wir die Vegetation des Pinselschimmels von der Keimung bis zur Pinselbildung und zwar auf verschiedenen Substraten verfolgen.

Säet man die Pinselsporen auf destillirtes Wasser, so keimen sie nicht oder doch nur sehr einzeln und diese Keimung geht so langsam von statten, dass mehre Tage vergehen, bevor man die ersten Stadien derselben wahrnimmt. Viele Sporen gehen eine von der gewöhnlichen Keimung durchaus verschiedene Umwandlung ein. Die Sporen sind anfangs sehr glänzend, daher sieht man kaum den glänzenden centralen Kern. Dieser hat das Ansehen eines sehr glänzenden Oeltropfens und hat keine Aehnlichkeit mit dem Kytoblasten *s. str.* Er ist oft von angehenden Mykologen für einen Oeltropfen erklärt worden. Ueber die Identität mit dem Kytoblasten anderer Pflanzen herrscht Zwiespalt. Soviel steht jedenfalls fest, dass er kaum Aehnlichkeit mit jenem besitzt, vielmehr muss ich ihn den

1) Die pflanzlichen Parasiten des menschlichen Körpers. Leipzig, 1866.

2) Mykologische Studien von Ernst Hallier. 7. Die Stammbildung der Schimmelpilze. *Coremium*, *Sporocybe* und *Chaetostroma*. Botanische Zeitung 1866, Nr. 50.

Plasmakernen der Algen und anderer Pflanzen für analog halten. Im Wasser quellen die Pinselsporen stark auf, Membran und Inhalt werden deutlich (*a* Fig. 9), man sieht den Kern durch fortgesetzte Zweitheilung in mehre Kerne zerfallen. Diese Kerne besitzen die Fähigkeit, Vacuolen um sich zu bilden ebenso wie die Kerne der vegetativen Zellen dieses und vieler Pilze. Die Zelle dehnt sich während dieser Kerntheilung stark aus und platzt, wobei die Kerne als lebhaft bewegliche Schwärmer hervorgeschnellt werden (Fig. 9. 10). Diese Schwärmer haben bei 1500facher Linearvergrösserung (Fig. 11) die Gestalt einer mit einem Schwanz versehenen Kugel, bisweilen die eines sehr zugespitzten Kegels. Eigentliche Bewegungsorgane sieht man nicht, was natürlich nicht beweist, dass deren bei diesen kleinen Körpern nicht vorhanden sind, sondern nur, dass unsere Mikroskope zu ihrer Wahrnehmung nicht ausreichen. Die Bewegung ist eine ganz bestimmte. Das schwanzförmige Ende liegt nämlich immer nach unten, dem Spiegel zugewendet, in der Richtung des einfallenden Lichtstrahls. Ich habe darauf aufmerksam gemacht in einer Besprechung des für Botaniker interessanten Theils der Verhandlungen der 40. Naturforscherversammlung zu Hannover, welche ich schon im November unter meiner Redaction der Druckerei der Botanischen Zeitung übergab. Die jetzige Redaction hat bis heute jene Arbeit und einige andere kleine Notizen nicht zum Abdruck gebracht, auch auf meine Frage nach dem Schicksal meiner Arbeiten durch die Verlagshandlung nicht geantwortet. Diese Notiz bin ich namentlich Herrn Professor F. Cohn in Breslau schuldig, welcher die Freundlichkeit hatte, mich auf seine Mittheilungen in der zoologischen Section hinzuweisen[1]).

Cohn fand nämlich bei Algenschwärmern stets eine Drehung um die Längsachse und Richtung in der Achse des einfallenden Strahls. Genau so ist die Bewegung der kleinen soeben besprochenen Pilzschwärmer.

Was Professor Klob unter Schwärmern versteht, scheint etwas ganz Anderes zu sein; es lässt sich das aber gar nicht bestimmen, da er beständig von Schwärmern spricht, ohne deren Schwärmernatur nachzuweisen.

Die Bewegung ist also die eines Kreisels, etwa eines Brummkreisels: bohrend und schwach um ein ideales Centrum rotirend; wie der Brummkreisel beschreibt dabei die Kugel (Zelle) grössere Kreise als das schwanzförmige Ende. Man sieht also, dass diese Bewegung mit der sogenannten Molecularbewegung, welche ein blosses Anziehen, Abstossen und oscillirendes Vorwärtsrücken ist, gar keine Aehnlichkeit hat.

Die Bewegung der Schwärmer lässt sich durch concentrirte Schwefelsäure schnell aufheben.

---

1) Während des Drucks dieser Schrift, 4 Monate nach meiner Absendung, ist mir jene Arbeit mit der kurzen Notiz, sie sei zu lang, zurückgeschickt.

Ich kann hier nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, dass zu dieser wie zu allen hier mitgetheilten Untersuchungen die stärksten Vergrösserungen der besten Mikroskope, etwa *F.* von ZEISS oder das Immersionssystem von HARTNACK, aber zur bequemen Anschauung auch starke Oculare wie Nr. 4 von ZEISS gehören, ferner eine grosse Uebung in mikroskopischen Untersuchungen ähnlicher Art und die scrupulösesten Vorsichtsmassregeln, namentlich sorgfältiger Abschluss des Lichtes vom beobachtenden Auge durch einen dicht umschliessenden Schirm, äusserst vorsichtige Herrichtung des Präparats u. s. w. Man muss längere Zeit in das Mikroskop sehen, um deutlich die Bewegung einzelner der kleinen Körper verfolgen zu können; damit das Auge sich erst accommodire und im höchsten Grade angespannt werde. Wer da glaubt, bei flüchtigem Blick in's Glas diese Organismen kleinster Art ohne Weiteres sehen zu können, der wird nie dazu im Stande sein. Es liegt gewiss keine besondere Anmassung darin, wenn ich nach vierjährigem Beobachten in dieser Art der Beobachtung es zu einiger Uebung gebracht zu haben glaube und wenn ich mich nicht gern den Verdächtigungen jedes flüchtigen oder angehenden Beobachters preisgebe.

Die kleinen Schwärmer kommen nach einiger Zeit zur Ruhe und nun beginnen sie die eigenthümliche Entwickelung, die ich *Leptothrix*-Kette nenne. Sie strecken sich nach dem schwanzförmigen Ende hin und bilden durch Einschnürung eine Doppelzelle. Jede Tochterzelle hat kugelige oder schwach längliche Form. Jede schnürt sich in derselben Richtung abermals ein, die Tochterzellen immer wieder auf's Neue, so dass binnen Kurzem äusserst zarte, oft sehr lange Ketten (Fig. 12) entstehen. Jedes Glied dieser Ketten theilt sich abermals, wie es scheint, in's Unendliche fort, daher sieht man sehr oft Doppelglieder, d. h. Glieder, die in Theilung begriffen. Man sieht daraus, dass die Vermehrung der Kettenglieder in so colossalen Massen vor sich geht, dass die in wenigen Stunden producirten Gliederzahlen sich kaum aussprechen lassen. Bei gewöhnlicher Zimmertemperatur dauert es etwa 6 Stunden, bis sich nach der Aussaat von *Penicillium*-Sporen an der Wasseroberfläche Ketten gebildet haben; bei einer Temperatur von 6—10° R. vergehen wohl 12 Stunden; bei 30—40° R. kann man aber in zwei Stunden grosse Massen solcher Ketten hervorbringen.

Diese Ketten entstehen allnächtlich in ungeheuren Mengen in der Mundhöhle des Menschen, ja auf allen Schleimhäuten der Mundhöhle, Rachenhöhle, des Oesophagus, des Magens und aller Därme. Ich habe ihre Identität mit den soeben geschilderten Ketten von *Penicillium* in vielen Versuchen, zuerst im Jahr 1865 nachgewiesen[1]). Natürlich kom-

1) Ueber *Leptothrix buccalis*. Botanische Zeitung 1865, Nr. 23.

men gelegentlich im Speichel auch von anderen Pilzen herrührende *Leptothrix*-Ketten vor, aber der Masse nach besteht der im Zahnbeleg vorkommende kettenförmige Organismus stets aus den zu *Penicillium* gehörigen *Leptothrix*-Bildungen.

Am 31. Januar 1867 in Zucker ausgesäete *Leptothrix*-Ketten aus meinem Munde hatten im Isolirapparat schon nach 12 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur flockige Massen gebildet, welche nach 8 Tagen einen grünen Filz von *Penicillium* hervorriefen. In diesem Fall befanden sich die Ketten am Boden der Flüssigkeit. Bei einem andern Versuch, wo sie an der Oberfläche schwammen, fructificirte der Pilz schon am 3. Tage nach der Aussaat. Ich habe, wie gesagt, diesen Versuch früher schon oft gemacht und stets mit demselben Erfolg. Es fragt sich nun, warum der Pilz in dem einen Fall Ketten, in dem andern aus den Ketten fructificirende Pinselschimmel bildet und wie diese zweite Metamorphose vor sich geht. Im Munde entstehen niemals fructificirende *Penicillium*-Pflanzen aus den Kettengliedern. Der Grund davon lässt sich experimentell leicht nachweisen. Die Körperhöhlungen sind erstlich reich an Kohlensäure und arm an Sauerstoff. Zweitens ist der Schleim auf den Epithelien reich an stickstoffhaltiger Nahrung. Ein fructificirender Schimmelpilz bildet sich nur in der Luft, d. h. bei reichlicher Zufuhr von Sauerstoff aus derselben. Zuckerwasser, auf welches ich Sporen von *Penicillium* gebracht und welches ich in einem kleinen Gefäss unter Wasser in ein mit Sauerstoffgas gefülltes eingekittet hatte, schimmelte nicht. Ich machte diesen Versuch so, dass ich ein Probirglas mit Zuckerlösung und Schimmelsporen in eine Vertiefung der inneren Fläche des zur Sauerstoffflasche gehörigen Korks einfügte. Es war leicht mit einem Kork geschlossen und wurde in der pneumatischen Wanne rasch der grossen Flasche aufgesetzt. Der kleine Kork ward nach sorgfältigem Verkitten durch Stoss herabgeschüttelt, so dass die Flüssigkeit mit dem Schimmel in die grosse Flasche hinabfloss.

Stickstoffgehalt ist aber nothwendig zur Ausbildung jener Ketten, daher bilden sie sich auf reinem Wasser nur in den ersten Stunden energisch, später wird ihre Vermehrung sehr langsam. Die massenhafte Entwickelung im Munde ist abhängig von der Temperatur des Körpers und vom Stickstoffgehalt der im Speichel, in den Epithelien u. s. w. enthaltenen Materien.

Es ist aber noch nachzuweisen, auf welche Weise aus den Kettengliedern *Penicillium* hervorgeht. Liegen die Ketten an der Luft, so zerfallen sie bei gehöriger Nahrung in ihre Glieder und keimen, oder sie keimen auch aus den Ketten hervor. So zeigt Figur 2, *a* in der Keimung begriffene Glieder, welche im Zuckerwasser aus den im Speichel enthaltenen Ketten entstanden waren. Am schönsten erzieht man diese Keimlinge, wenn man den Beleg der Zähne in Zuckerwasser auf dem Object-

träger cultivirt. Es entstehen in wenigen Stunden filzige Massen, wie Figur 13 ein kleines Bruchstück aus einer solchen Cultur zeigt, die aus zahlreichen zarten Keimlingen zusammengesetzt sind, zwischen denen noch ungekeimte Glieder liegen. Die Keimlinge unterscheiden sich von Kettchen oder Kettenbruchstücken sofort durch das Fehlen der Gliederung, meist sind sie auch dicker als die Ketten, doch hängt das von der Ernährung ab und ist daher sehr verschieden. Ich habe diese verfilzten Keimlinge, die ich *Leptothrix*-Filz nannte, einmal in meiner Rachenhöhle gefunden, als ich längere Zeit mit Pilzen gearbeitet hatte[1]). Die Filze kommen nicht immer zur Fructification. Auch das hängt von der Ernährung, namentlich vom Wassergehalt ab. Fleisch schimmelt in nicht sehr feuchter Luft stets in Form zarter weisser Belege, welche aus solchen *Leptothrix*-Filzen bestehen. Zur Fructification in Form des Pinselschimmels kommen sie nur, wenn das Fleisch angefeuchtet wird oder die Luft feucht ist.

In den Filzen verästeln sich die einzelnen Fäden genau auf dieselbe Weise wie die des *Penicillium*, wie denn auch die Keimung der der Pinselsporen ganz analog ist. Die ersten Pinsel sind stets ungemein zart[2]), erst die folgenden Generationen werden bei guter Ernährung kräftiger.

Niemals bilden sich solche Filze im Innern von flüssigen oder festen Substanzen, stets nur an der Luft; sie bilden also den Uebergang von den Fäulnissorganismen zu den Verwesungsorganismen.

Die *Leptothrix*-Ketten lieben eine sauerstoffarme Luft, daher gedeihen sie im Culturapparat (bei Abschluss der Luft) weit besser als im Isolirapparat (mit Luftzufuhr). Sie sind gewissermassen die erste Stufe auf der Scala der Fäulnissorganismen im weitesten Sinne, während die *Leptothrix*-Filze die erste Stufe zu den Verwesungsformen darbieten.

Der Name *Leptothrix buccalis* wurde den im Munde sich bildenden Ketten beigelegt, weil man sie für algologischen Ursprunges hielt. Als für eine besondere Pflanzenart gültig, muss diese Bezeichnung eingezogen werden, dagegen lässt sie sich sehr gut zur Bezeichnung dieser Vegetationsform der Schimmelpilze benutzen. *Leptothrix* im mykologischen Sinn bezeichnet also nicht eine Pilzart, sondern eine vielen Pilzen zukommende Vegetationsform. Ich habe oft genug Gelegenheit gehabt, auszusprechen, dass diese *Leptothrix*-Gebilde beständig mit *Bacterium* und *Vibrio* ver-

1) Vgl. VIRCHOW's Archiv 1866. Ueber eine pseudo-diphteritische Membran. Von ERNST HALLIER.

2) Die Pinsel sind anfangs meist ganz unvollkommen; ja es bilden sich nicht selten anfangs nur einzelne Ketten an den Zweigenden aus. Vergl. meine Arbeit über die *Leptothrix*-Schwärmer. Archiv f. mikr. Anatomie 1866 p. 72. Die Filze bilden sich an der Luft auf jeder Substanz, die ihnen einigen Halt darbietet, wenn auch besonders kräftig auf stickstoffreichen Materien.

wechselt werden. Die neuere Literatur über die zahlreichen unter dem allgemeinen Namen Vibrionen zusammengefassten Organismen ist sehr unerquicklich, weil hier nirgends Entwickelungsgeschichten gegeben werden. Ich muss daher hier ganz verzichten auf eine Kritik dieser Gebilde im positiven Sinne. Negativ, d. h. zur sicheren Unterscheidung mancher derselben von den kleinen *Leptothrix*-Schwärmern, habe ich sie in einer besonderen Arbeit [1]) geliefert.

Hier nur Folgendes. *Monas crepusculum* bezeichnet bei den ältesten wie bei den neuesten Schriftstellern etwas ganz Vages und Unbestimmtes, nämlich sehr kleine, molecular oder selbstständig bewegliche Körper ohne erkennbare Structur. Das sind Eigenthümlichkeiten sehr verschiedener, sowohl thierischer als pflanzlicher Gebilde und die gelehrte Namengebung hat keinen Sinn, wenn man den Ursprung des Gebildes nicht kennt. Was man unter *Monas crepusculum* sonst noch verstehen wolle und könne, darauf lasse ich mich jetzt nicht ein, sondern weise nur entschieden diese Bezeichnung für kleine Pilzschwärmer zurück.

Ebenso unbestimmt ist der Begriff des *Bacterium Termo*. Pasteur und unzählige Andere verstehen darunter Bruchstücke von *Leptothrix*-Ketten, kleine Ketten u. dergl. wie sie stets in grosser Menge auf der Oberfläche gährender und faulender Substanzen auftreten. Die ältesten wie die neuesten Schriftsteller verstehen darunter kleine stabförmige Körper, denen bald moleculare, bald selbstständige, bald gar keine Bewegung zugeschrieben wird. Auch hier weise ich für die *Leptothrix*-Ketten diese Bezeichnung zurück. Alle unzweifelhaften Vibrionen besitzen eine schlangenartige, windende oder schneckenbogige Bewegung. Wenn Herr Professor Klob daran zweifelt, so kann er nie Vibrionen gesehen haben. Ist also *Bacterium Termo* nichts Anderes, als jene kleinen stabförmigen Ketten, dann gehört es nicht zu den Vibrionen. Von selbstständigen Bewegungen ist bei den *Leptothrix*-Ketten nicht eine Spur sichtbar, wohl aber werden sie durch die Schwärmer hin und her geschoben.

Die Bewegung der echten Vibrionen ist dagegen so lebhaft, dass sie nicht übersehen werden kann. Sie gleicht sehr derjenigen mancher *Oscillarineen* und wer weiss, ob nicht manche derselben zu dieser Gruppe gehören. Bevor ich auf die übrigen Metamorphosen der *Leptothrix*-Schwärmer eingehe, sei noch Einiges über die normalen Keimlinge des *Penicillium* bemerkt. Bei der Keimung wird bisweilen der Inhalt des Keimschlauchs noch in Form zahlreicher Schwärmer ausgetrieben (Fig. 10). Gewöhnlich aber sieht man nichts dergleichen; es ist wenigstens möglich, dass in diesem Fall die Kerne aufgelöst werden. In allen vegetativen Zellen des

1) Die *Leptothrix*-Schwärmer und ihr Verhältniss zu den Vibrionen. Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. II 1866.

Pilzes bilden sich einzelne Plasmakerne aus, welche grosse Vacuolen um sich bilden, in denen sie lebhaft kreisen und später verschwinden. Ob sie frei werden oder aufgelöst werden, lässt sich sehr schwer entscheiden [1]).

In Kettenform bildet sich, wie schon gesagt, die *Leptothrix* nur an der Oberfläche von Flüssigkeiten oder festen Substanzen aus. Im Innern der Materien entstehen niemals Ketten. Die Schwärmer bilden sich durch Aussaat der Pinselsporen im Innern vegetabilischer und thierischer Substanzen eben so gut aus wie an der Oberfläche, aber ihre Vermehrungsweise, nachdem sie zur Ruhe gekommen, ist eine andere und zwar für jede Art der Gährung eine besondere. Die verschiedene Ausbildung hängt also nur von der chemischen Constitution der Substanz ab.

Zunächst ist der Hauptunterschied der zwischen sehr stickstoffreichen und stickstoffarmen Substraten. In sehr stickstoffreichen Medien kommen die Schwärmer wie gewöhnlich zur Ruhe; dann theilen sie sich durch Abschnürung und die Tochterzellen werden sofort frei. Es bilden sich also keine Ketten, sondern einzelne Zellen. Jede freie Zelle theilt sich ebenso energisch wie das Kettenglied. So entstehen in der faulenden Substanz ungeheure Massen der kleinen Fäulniss-Hefezellen (Fig. 14), welche die Ursache der ammoniakalischen Gährung sind. Oft liegen diese Zellen in Ballen beisammen, in denen die Vermehrung rasch fortschreitet; so zeigt die Fig. 14 einen solchen Ballen, deren ich zahllose durch *Penicillium* in 15 Minuten lang gekochten *Faeces* vom Hunde erzog. Diese Fäulnisszellen sind schwer, sie sinken in flüssigen Medien zu Boden. Sie bilden sich so lange aus, als noch Stickstoff in der Flüssigkeit ist. Sie entstehen daher auch in einem Gemisch von Speichel und Zuckerwasser zu etwa gleichen Theilen, ja selbst im Kleister, der mit einer grösseren Menge Speichels versetzt ist. Hier verwandeln sie den Kleister in Zucker, wie ich weiter oben gezeigt habe. Ist der Stickstoffgehalt nach der Umsetzung des Zuckers noch sehr bedeutend, so entsteht keine geistige Gährung, sondern Milchsäuregährung. Daher kann man die Milch nicht ohne Weiteres in geistige Gährung versetzen, wohl aber, nachdem man grosse Quantitäten Wasser und Zucker zugesetzt hat.

Es sei zunächst noch bemerkt, dass man aus der Fäulnisshefe ganz auf dieselbe Weise wie aus den Kettengliedern an der Luft zarte Fäden des Pinselschimmels, welche sich verfilzen und Pinsel hervorbringen, entstehen sieht. Wir wollen zuerst den Fall untersuchen, welcher eintritt, wenn das Medium, in welchem die Fäulniss-Hefe vegetirt, sehr stickstoffarm ist. Bringt man Sporen von *Penicillium* in eine derartige flüssige Materie, wie z. B. Zuckerwasser mit sehr wenig 20—30 Minuten lang

1) Die Natur des Favus-Pilzes und sein Verhältniss zu *Penicillium crustaceum*, von Ernst Hallier. Jenaische Zeitschrift II, 2.

gekochtem Käsewasser, so platzen die Sporen wie gewöhnlich, entlassen die Schwärmer, diese bilden an der Oberfläche zarte *Leptothrix*-Ketten; im Innern der Flüssigkeit aber verhalten sie sich ganz anders.

Bekanntlich beginnt unter solchen Umständen in der Flüssigkeit sehr bald die geistige Gährung und zwar durch die Schwärmer. Fehlen diese, so tritt auch keine Gährung ein. H. HOFFMANN hat noch in neuester Zeit durch sehr oberflächliche Beobachtungen die Behauptung zu begründen gesucht, die »Bacterien« und *Leptothrix*-Fäden, welche man häufig in der Bierhefe finde, spielten keine wesentliche Rolle bei der geistigen Gährung [1]). Durch solch oberflächliches Geschwätz ist der Wissenschaft nicht gedient; er prüfe die schon von Mehren wiederholten Versuche und widerlege oder bestätige sie durch genaue Beobachtungen, bekämpfe sie aber nicht durch Redensarten. Die Hefe der geistigen Gährung geht allerdings direct aus den Gliedern der *Leptothrix*-Ketten und den ihnen morphologisch gleichwerthigen kleinen Fäulnisszellen hervor. Wer sich davon überzeugen will und wem zu diesem Zweck die Anzucht der *Leptothrix*- oder der Fäulnisszellen zu mühsam ist, der nehme aus der Mitte (nicht von der Oberfläche) eines recht alten Käses ein klein Wenig in die gährungsfähige Flüssigkeit. Der Käse ist dicht erfüllt, wie jede faulende Substanz, mit Fäulnisszellen. Man nehme ein reines, gut ausgekochtes Gefäss und lange (15—30 Minuten) gekochten Fruchtsaft und man wird sehen, wie aus den kleinen Fäulnisszellen binnen Kurzem bei vollkommenem Verschluss im Isolirapparat die Hefezellen hervorgehen. Wer das nicht sehen kann, dem spreche ich getrost jede Beobachtungsgabe ab.

Der Vorgang ist folgender: Die Fäulniss-Hefezellen, *Leptothrix*-Schwärmer und Kettenglieder werden in der dünnflüssigen, stickstoffarmen Substanz zu einer weit stärkeren Auftreibung ihrer Wandung bei schwacher Ernährung ihres Kernes veranlasst. So sieht man bei einer Temperatur von 30—40° R. binnen wenigen (1—2) Stunden die kleinen glänzenden Kernzellen, an denen Kern und Wandung ununterscheidbar, stark aufgebläht und mit kleinem Kern versehen (Fig. 15). Die so entstehenden Hefezellen vermehren sich genau auf dieselbe Weise wie die Kernzellen, aus denen sie entstanden sind, nämlich durch Abschnürung einer Sprosszelle, die bei reiner und echter Hefe sofort von der Mutterzelle frei wird. Im Anfang der Gährung findet man stets alle Uebergangsformen von den Kernzellen bis zu ausgebildeten Hefezellen und man kann sehr leicht ihre allmähliche Entstehung auf dem Objectträger verfolgen.

Ausgezeichnet sieht man diese Entstehung der Hefezellen *s. str.* aus Kernzellen, wenn man ein Wenig vom Labmagen eines Kalbes, an dessen innerer Wandung nur *Leptothrix*-Ketten und Kernzellen auftreten, in

---

1) Botanische Zeitung 1867, Nr. 7.

Zuckerlösung cultivirt. Es entstehen dann in den Ballen der Kernzellen alle Uebergänge zu völlig ausgebildeten Hefezellen. Figur 16 zeigt das erste Stadium einer solchen Cultur.

Der Zusammenhang der Hefezellen mit den Kernzellen ist von so ausserordentlicher praktischer und theoretischer Wichtigkeit, dass ich mich die Mühe nicht habe verdriessen lassen, sie in zahlreichen Culturen nachzuweisen. Figur 18 zeigt die Entstehung der Hefezellen aus den Kernzellen in Zuckerwasser, dem ein wenig Faeces vom Hund zugesetzt waren, welche ich 20 Minuten gekocht hatte. Es waren zwei Culturen so behandelt, die eine ohne Aussaat, die andere mit *Penicillium.* Die Flüssigkeit im ersten Isolirapparat blieb unverändert und zeigte, mehre Wochen nach der Schliessung geöffnet, keine Spur von Organismen. Die Cultur dagegen zeigte jene Uebergänge von Kernzellen in *Cryptococcus*-Hefe bei beginnender geistiger Gährung. Die Flasche wurde nach Herausnahme der Probe sofort wieder geschlossen, um die nun rasch zunehmende Gährung weiter zu verfolgen. Sehr leicht kann man Hefe in der *Cryptococcus*-Form aus *Leptothrix*-Ketten erziehen, mag man dieselben nun aus *Penicillium* künstlich gezogen oder dem Zahn- oder Zungenbeleg entnommen haben.

Es ist aber auch hier die Identität der *Cryptococcus*-Hefe mit dem Pinselschimmel vorschreitend, d. h. durch Anzucht des Schimmels aus der Hefe zu erweisen. Hoffmann's Versuche leisten im Grunde nichts Anderes, als das allgemeine Resultat, dass cultivirte Bierhefe und Trockenhefe die gewöhnlichen Schimmelpilze hervorbringt. Dieses Resultat hat in sofern wenig Werth, als die Hefe, welche man käuflich erhält, natürlich keine reine Species darstellt. Ich cultivirte deshalb in Zucker selbstgezogene *Penicillium*-Hefe. Auf dem Objectträger erhält man, wenn man die Flüssigkeit dünn aufträgt, sowohl Keimlinge, als auch eine Zwischenform, welche unter dem Namen *Hormiscium vini* bekannt ist. Die Weingährung wird zwar wie die Biergährung durch *Cryptococcus*-Hefe erzeugt; aber die Oberfläche des gährenden Weines bringt häufiger als bei der Biergährung, was sehr begreiflich ist, jene Zwischenstufen hervor. Daher kommt es, dass man das *Hormiscium* für die Weinhefe hielt.

Die Vegetation des *Hormiscium* unterscheidet sich von der der reinen *Cryptococcus*-Hefe nur dadurch, dass die Tochterzellen mit der Mutterzelle verbunden bleiben. Es verhält sich also der *Cryptococcus* zum *Hormiscium* genau so wie die Kernzellen (Fäulnisshefe) zu den *Leptothrix*-Ketten. *Cryptococcus* und Kernzellen sind echte Hefe; *Hormiscium* und *Leptothrix*-Ketten sind Uebergangsformen zu den Verwesungspilzen.

Keimt eine Hefezelle (*Cryptococcus*), so treibt sie den Keimschlauch an derselben Stelle wo *Cryptococcus* und *Hormiscium* ihre Tochterzellen bilden, d. h. entweder an einem Punct, oder an zwei opponirten Puncten,

oder an drei in gleichen Abständen befindlichen Stellen; indessen ist der einzelne Keimschlauch fast immer etwas seitlich, wie Fig. 20 es andeutet.

Diese Keimung, welche nur an der Oberfläche stattfindet, während sich die *Hormiscien* unter der Oberfläche ausbilden, entspricht also ganz der Keimung der Kernzellen und *Leptothrix*-Glieder (Fig 2 *a*, 13) und bringt wie dort Pinselpflanzen hervor. Es entsteht also dadurch wieder die reine Form des Schimmels oder Verwesungs-Pilzes.

Die in dünnflüssigen Medien in der Nähe der Oberfläche, bisweilen auch tiefer im Innern entstehenden, aus der Keimung von Pinselsporen hervorgehenden Fäden bringen niemals, so lange sie nicht an die Oberfläche treten, normale Pinsel hervor; vielmehr bleiben sie entweder rein vegetativ (Fig. 17) und sind in diesem Fall ungegliedert oder sehr langgliedrig; oder sie fructificiren in einer sehr einfachen Form, die man als *Oidium* und *Achorion* beschrieben hat. Da ich diese Fruchtform am besten bei der Hefebildung in der Milch besprechen kann, so sei hier zunächst der ersten erwähnt. Die rein vegetativen Fäden, die man wieder in der seltsamen Systematisirungssucht mit abenteuerlichen gelehrten Namen versehen und in eine besondere Gruppe der *Phycomyceten* oder algenartigen Pilze gestellt hat, ebenfalls nur in den Köpfen der Mykologen, nicht in der Natur vorhanden, diese Fäden bilden sich nur dann aus, wenn die Flüssigkeit schwach nährend, sehr dünnflüssig ist, während die *Oidium*-Formen nur in nahrhaften Materien zur Ausbildung kommen. Sie enthalten stets grössere Kerne, gewöhnlich in einer Reihe liegend (Fig. 17 *a*), welche Vacuolen um sich bilden und daraus verschwinden (Fig. 17 *b*), sei es, dass sie frei werden, oder sich auflösen. Dass sie ein Loch hinterlassen, woran man ihren Durchbruch erkennen könnte, ist bei der gelatinösen Beschaffenheit der Membran des Fadens durchaus nicht nothwendig.

Zunächst gehe ich zu den morphologisch überaus wichtigen Erscheinungen beim Sauerwerden der Milch über. Bringt man *Penicillium*-Sporen auf Milch, welche 20—30 Minuten vorsichtig gekocht wurde, so nimmt man am 2. Tage genau dieselben Erscheinungen wahr wie beim Aussäen der Sporen auf Zuckerwasser: Die Sporen platzen, entlassen ihre schwimmenden Kerne, welche, zur Ruhe gelangt, sofort die Theilung beginnen. So entsteht im Innern der Milch Kernhefe in unglaublichen Massen. Die schleimig-gelatinösen Hefezellen ballen sich mit den Butterkügelchen zu dichten Haufen zusammen, wie Fig. 21 einen solchen darstellt. An der Oberfläche der Milch sieht man bisweilen *Leptothrix*-Ketten, doch ist dazu meist eine Auflösung der Butter nothwendig, welche so massenhaft auftritt, dass sie die Pilzbildungen sehr undeutlich macht. Häufig sieht man an der Oberfläche aus den Kernzellenballen *Leptothrix*-Filze entstehen.

Das Auftreten der Kernzellen bringt sofort Milchsäurebildung und Verkäsung hervor. Diese beiden Processe kann man gar nicht von einander trennen, denn, wie ich schon oben gezeigt, hängt die Säurebildung lediglich vom Stickstoffgehalt der Milch, also von denselben Bedingungen wie die Verkäsung ab. Bei geringem Stickstoffgehalt, d. h. bei starkem Zusatz von Milchzucker und Wasser, tritt geistige Gährung ein.

Ist aber erst eine kleine Quantität Milchsäure gebildet, dann nehmen die Organismen zum grossen Theil eine wesentliche Veränderung in ihrer Ausbildung vor. Es entstehen Pilzgebilde, die ohne das Vorhandensein der Säure sich gar nicht ausbilden. In Figur 22 ist diese Veränderung der Kernzellen dargestellt. Dieselben erleiden nämlich eine ganz analoge Ausbildung wie bei der Anschwellung zu *Cryptococcus*-Hefezellen bei geistiger Gährung. Wesentlich anders ist aber die Form. Die Kerne strecken sich in die Länge, wie Fig. 22 zeigt, schwellen dabei auch in der Breite an, und stellen im ausgewachsenen Zustande eine gestreckte 4kantige Zelle dar. Diese Milchsäurehefe ist stets stark lichtbrechend, von eigenthümlichem, sanftem Glanz, so dass man nie deutlich den Inhalt von der Membran unterscheiden kann. Auf alle Fälle ist die Bildung dieser Zellen von der Bildung der Milchsäure abhängig, zugleich aber, wie die Säurebildung selbst, an einen gewissen Stickstoffgehalt gebunden. Zu Anfang der milchsauren Gährung bilden sich daher nur Kernzellen; wird die freie Säure sofort durch Kreide gebunden, so entstehen gar keine dergleichen Hefezellen, sondern nur Kernzellen. In ungekochter Milch entstehen diese Hefezellen natürlich weit rascher als in gekochter, welche man mit *Penicillium* besäet hat. Das ist sehr begreiflich, da die Pinselsporen schon beim Melken, die Kernzellen vielleicht schon früher in die Milch gelangen; in der gekochten Milch muss aber der ganze Process von vorn beginnen. Im höchst entwickelten Zustande haben die Milchsäurehefezellen nicht mehr Stabform, sondern genau Kugelgestalt. Eine etwas gestreckte Zelle (Fig. 22) schnürt sich zu zwei Kugeln ein. Ich nenne, wie ich weiter unten begründe, die Hefe der sauren Gährung *Arthrococcus* oder Gliederhefe.

Vom höchsten Interesse ist es, dass auch dieser Hefebildung eine durchaus analoge Uebergangsstufe zur Schimmelbildung entspricht. Die durch regelrechte Keimung der Pinselsporen an der Oberfläche der Milch oder unterhalb derselben entstehenden Keimlinge haben die Gestalt eines sogenannten *Oidium*. Die Fäden sind sehr stark lichtbrechend, ebenso wie die Zellen der Milchsäurehefe, sie bringen gar keine eigentliche Fructification hervor, sondern zerfallen in rein vegetative Conidien, indem ihre anfangs sehr gestreckten, gegen das Ende immer kürzer werdenden Glieder sich sehr leicht von einander trennen. Diese Bildung entspricht genau den *Leptothrix*-Ketten und ist ebenso zerbrechlich wie jene.

Die Verzweigung dieses *Oidium lactis Fres.* ist genau die des *Penicillium,* nur kommt es selten zur starken Verzweigung, äusserst selten zu einer unvollkommenen Pinselbildung. Die abgetrennten, 4kantigen Glieder bilden neue Glieder, welche sich ebenfalls bald trennen, wodurch eine unvollkommene Hefe entsteht, die PASTEUR zuerst beobachtete und die ich Gliederhefe genannt habe. Ihr Vorkommen ist eben so streng wie das der Milchsäurehefe an die Milchsäure gebunden [1]), jedoch kommen in anderen flüssigen und beinahe soliden Materien analoge Formen vor, ohne dass sich immer grössere Mengen von Milchsäure nachweisen liessen. Sind diese aber vorhanden, so bildet sich stets die unvollkommene Hefe in Form abgerundet 4kantiger Zellen aus; nur bei schwacher Säurebildung sind die Zellen (*Conidien*) rund oder eiförmig. In Figur 4 habe ich einen solchen *Oidium*-Faden mit seinen Zweigen abgebildet, wie sie bei schwacher Milchsäurebildung in einer aus gekochten Hunde-*Faeces* und Zuckerwasser zusammengesetzten Flüssigkeit aus *Penicillium* gezogen wurden. Figur 23 zeigt einen solchen Faden des *Oidium lactis,* aus *Penicillium* auf Milch gezogen und daneben einzelne abgeschnürte Glieder.

Sowohl die Milchsäurehefezellen als auch die abgeschnürten Glieder und Tochterglieder des *Oidium lactis* keimen, sobald man sie in einer stickstoffarmen Substanz, z. B. Zuckerwasser oder Glycerin der Luft aussetzt. Fig. 24 zeigt die Keimung der erstgenannten, Fig. 25 die der Glieder im Glycerin. Der Keimschlauch tritt stets seitlich, an einem Ende oder an beiden hervor. Die Keimlinge haben die Gestalt, Verzweigungsweise und Durchsichtigkeit der Pinselpflanze und bringen rasch Pinsel hervor.

Die Bildung des *Oidium* ist so streng an das Vorhandensein der Säure in der Milch gebunden, dass sich auf der gekochten Milch anfangs ganz normale Pinselpflanzen bilden, welche aber bald vom *Oidium* vollständig verdrängt werden, während die ungekochte Milch sofort *Oidium* und anfangs gar keine Pinselpflanzen hervorbringt.

Wie gesagt, giebt es zahlreiche *Oidium*-Bildungen vom *Penicillium,* welche sich durch den Glanz, die Zerbrechlichkeit, Selbständigkeit der Glieder und Form und Länge derselben sowie durch die Dicke der Fäden unterscheiden. Allen diesen Formen ist aber das Zerfallen in *Conidien* gemeinsam.

Die Bildung dieser *Oidium*-Formen ist von der Flüssigkeit abhängig, in welcher sie entstehen. Wir haben aber gesehen, dass in sehr dünnflüssigen, wenig nahrhaften Medien sich *Hygrocrocis*-Fäden bilden, d. h. vegetative Fäden fast ohne Gliederung mit Reihen grosser Kerne.

---

1) Vergl. MAX SCHULTZE's Archiv f. mikrosk. Anatomie 1866. p. 73. Milchsäure und Reichthum an Stickstoff sind auch hier nothwendige Bedingungen.

So kommt das *Penicillium* neben anderen Pilzen in stehenden Gewässern vor und ist oft mit Algen verwechselt worden. Je nahrhafter dagegen die Flüssigkeit ist, desto mehr bilden sich Glieder am Faden aus und diese werden immer selbständiger, so dass sie beim vollendeten *Oidium* sich von selbst ablösen. Eine Substanz, welche bei starkem Stickstoffgehalt auch an Kohlenhydraten reich ist, reagirt vor Beginn der Fäulniss sauer, denn mit der Säurebildung beginnt der Process. Erst mit der ammoniakalischen Gährung tritt alkalische Reaction ein. Dieses Stadium der sauren Gährung ist die Bedingung für die Ausbildung der echten *Oidium*-Formen.

Das ist der Grund, warum in der menschlichen Oberhaut der Pilz nur in der *Oidium*-Form auftritt, denn der die sich abschuppende Oberhaut durchdringende Schweiss reagirt sauer, gleichzeitig wird aber durch die vom Pilz zerstörte Oberhaut selbst die gehörige stickstoffhaltige Nahrung geliefert. Das *Achorion Schoenleini* ist nichts Anderes als die *Oidium*-Form von *Penicillium crustaceum Fr.*, wer daran noch zweifelt, nachdem ich in einer ganzen Reihe von Culturen im sorgsamst zusammengesetzten Isolirapparat aus *Achorion* stets *Penicillium* gezogen; nachdem ich in anderen Substanzen aus *Penicillium* analoge, dem *Achorion* oft bis zum Verwechseln ähnliche *Oidium*-Formen gezogen, nachdem ich ferner von der Keimung der *Achorion-Conidie* von Stunde zu Stunde bis zur Ausbildung der ersten Pinsel die Vegetation des *Achorion* auf dem Objectträger verfolgt habe, nachdem endlich aus *Penicillium*-Sporen am menschlichen Körper ein zum Favus gehöriges Exanthem erzeugt wurde; — wer nach allem diesem noch daran zweifelt, dass *Achorion Schoenleini* nichts Anderes ist als die *Oidium*-Form des *Penicillium*, — dem vermag ich nicht zu helfen: er mag bei seinem Autoritätsglauben stehen bleiben.

Ich habe in meinem Parasiten-Büchlein die *Oidium*-Formen mit dem Ausdruck *Achorion*-Reihe zusammengefasst; doch erscheint es einfacher, den älteren und allgemein gebräuchlichen Namen *Oidium* beizubehalten. Mir war früher der Zusammenhang des *Oidium* auf der sauren Milch mit dem *Achorion* der Oberhaut nicht ganz klar, daher behielt ich diesen seinem Wortlaut nach ganz unpassenden Namen bei.

Die Bezeichnung »Vegetationsreihe« ist von Einigen missverstanden worden. Ich würde »Vegetationsform« sagen, wie einige wünschen, wenn nicht diese »Formen« in einem sehr weiten Spielraum gesetzmässig variirten. Zwischen *Hygrocrocis* und dem *Achorion* oder dem *Oidium* der Milch giebt es zahlreiche Zwischenstufen; ebenso zwischen dem *Oidium* und der Pinselpflanze. Da nun alle übrigen »Formen« wie z. B. *Leptothrix*, *Cryptococcus* u. s. w. in ähnlicher Weise variiren, so scheint mir die Bezeichnung »Vegetationsreihen« sehr richtig gewählt zu sein. Unter Vegetationsreihe verstehe ich also alle zwischen zwei Extremen liegende

Formen, welche einen bestimmten Typus tragen, aber im Innern gewisser Grenzen schwanken. Nur hängt diese Schwankung genau von der chemischen und physikalischen Beschaffenheit des Substrats ab.

Die Milchsäurehefe ist bisher von den Gliedern des *Oidium*, welche Pasteur und ich zuerst unabhängig von einander in ihrer Bedeutung für den Gährungsprocess erkannten, nicht unterschieden worden; auch ist dieser Unterschied nur durch Culturen deutlich zu machen. Es dürfte sich hierfür die Bezeichnung Stabhefe eignen wegen der Stabform der Zellen. Diese Hefe kommt gelegentlich auf den Schleimhäuten der Mund- und Rachenhöhle, des Oesophagus, ja des Magens vor. Von sehr Unwissenden ist auch diese Bildung als »Bacterien« bezeichnet worden.

Das *Oidium* kommt wahrscheinlich noch in etwas anderen Formen als der des *Achorion Schoenleini* am menschlichen Körper vor. Jedenfalls habe ich von anderen Pilzen herrührende *Oidium*-Formen (*Pityriasis*-Pilz, *Oidium albicans* u. a.) mit Sicherheit auf diese Vegetationsreihe zurückgeführt; aber auch *Penicillium* kommt vielleicht noch in etwas abweichender Form vor. Nach den von medicinischen Schriftstellern vorliegenden Abbildungen muss ich das z. B. vom *Mentagra*-Pilz glauben. Nochmals richte ich hier an alle Kliniker die dringende Bitte, mich in meinen Arbeiten zu unterstützen. Es kann hier nur Theilung der Arbeit und gemeinsames Arbeiten nützen. Alle bloss vom medicinischen Standpunct Arbeitenden werden ohne Resultate bleiben, wenn sie diesen Theil der Arbeit nicht damit Vertrauten übertragen. Es ist mir psychologisch sehr interessant gewesen, dass gerade diejenigen Herren, welche, obgleich ihre Leistungen zu den allerbedeutendsten auf dem pathologischen Felde gehören, doch sich nicht auf das phytoparasitologische Gebiet hinüber wagten; — dass diese bescheidenen Herren mich am kräftigsten in meinen Untersuchungen mit Rath und That unterstützt haben. Geantwortet haben alle, an die ich mich wendete, mit sehr wenigen Ausnahmen.

Den Organismen der Milchsäuregährung verhalten sich die der Essigsäuregährung ganz analog. Die *Penicillium*-Sporen, auf ausgekochtes Bier, auf Wein desgleichen, gesäet, bringen durch Entlassen ihrer Schwärmer grumöse Haufen von Kernzellen hervor, in denen die einzelnen Zellen sich stark in die Länge strecken und zu gestreckten, an beiden Enden stumpflichen Zellen ausbilden (Fig. 26). Diese Hefezellen unterscheiden sich von denen der Milchsäurehefe (Stabhefe) sofort durch ihre stumpfen, nicht abgestutzten Enden. Sie sind eben in Folge davon nicht 4kantig, sondern lanzettlich gestaltet. An der Oberfläche der Flüssigkeit keimen sie ganz ähnlich wie die Stabzellen; hier bilden sich auch kleine *Leptothrix*-Ketten. Die Sporen kommen an der Oberfläche oder in der

Nähe derselben zur Keimung, aber auch diese ist abnorm und der Bildung des *Oidium lactis* analog. Die Spore streckt sich stark in die Länge (Fig. 27), wird lanzettlich, glänzend, undurchsichtig, bringt an einem Ende oder an beiden oder seitlich ähnliche Sprossen hervor, wodurch Ketten und *Hormiscium*-ähnliche Büschel entstehen. Das ist die *Mycoderma aceti,* ein Name, der nichts weiter besagt, als eine dichte, hautartige Pilzvegetation und ganz verwerflich ist, da er unzählige ganz verschiedene Dinge begreifen kann. Es verhält sich also offenbar die Essigsäurehefe analog der Stabhefe, *Cryptococcus*-Hefe, Kernhefe u. s. w. und die Keimungsgebilde (*Mycoderma aceti*) analog dem *Hormiscium, Oidium, Leptothrix* u. s. w. Diese *Mycoderma* ist geradezu ein *Oidium;* die *Oidium*-Bildung ist von der Säurebildung und zwar allem Anschein nach überhaupt von der sauren Beschaffenheit der Flüssigkeit abhängig, während die chemische Constitution der Säure nur auf die Form des *Oidium* Einfluss hat.

Das Ranzigwerden der Oele ist ein Verwesungsprocess wie die Essigsäurebildung; daher ist es im höchsten Grade merkwürdig und mir unerklärlich, dass sich im Innern fetter Oele bei Aussaat von *Penicillium* im Isolirapparat eine Hefe ausbildet, welche sich von *Cryptococcus cerevisiae* nur durch geringere Dimensionen und grosse Zartheit der Wandung unterscheidet[1]). Die in Fig. 29 abgebildete Oelhefe erzog ich aus *Penicillium* in Mohnöl in 24 Stunden. An der Oberfläche aller fetten Oele bildet sich durch Sprossung der Sporen an beiden Enden eine schöne *Torula*-Kette (Fig. 28), welche gewissermassen das Endglied der *Oidium*-Bildung darstellt. Die Sporen werden etwas länglich, zeigen einen länglichen Kern (oder Lumen) und bringen ähnliche längliche Sprosszellen an den Enden, selten auch seitlich hervor.

Bei der Buttersäuregährung bilden sich nur Kernzellen, wenn man *Penicillium* aussäet. Am 6. Februar d. J. wurden 6 Dr. 10 Gr. Milchzucker mit 30 CCtm. Milch und 90 CCtm. Wasser stark gekocht und darauf mit *Penicillium* versehen im Isolirapparat angesetzt. Schon nach 12 Stunden traten Fetttröpfchen an die Oberfläche, die sich von Tag zu Tage vermehrten, während die Flüssigkeit einer anderen Flasche ohne Aussaat nicht die geringste Veränderung zeigte. Die Hefezellen hatten genau die Gestalt der Kernzellen, als ich sie, 14 Tage nach der Aussaat, untersuchte. Grosse Mengen grösserer und kleinerer Butterkügelchen schwammen in der Nähe der Oberfläche.

---

1) Setzt man das Oel mit grosser Oberfläche der Luft aus, so vermehrt sich nicht nur die Hefe bedeutend, sondern es entsteht auch eine reiche Schimmelvegetation *Hygrocrocis*-ähnlicher Fäden an der Oberfläche.

Auch bei der Gerbsäuregährung entstehen nur Kernzellen. Dieselben unterscheiden sich jedoch von den Kernzellen der Fäulniss leicht dadurch, dass jeder Kern sich mit einer gelatinösen, dicken Wand umgiebt. So ballen sich zahlreiche Zellen (Fig. 37) der Gallussäurehefe zu unförmlichen Massen zusammen. Sie theilen sich durch Sprossung wie die *Cryptococcus*-Hefe.

Die Gebilde der Schleimsäuregährung und Pectingährung mögen hier vorläufig ausgeschlossen bleiben, da sich keine Reincultur mit ihnen vornehmen lässt, denn das Kochen bringt zu grosse Veränderungen im Substrat hervor. Ich kann daher auch nicht bestimmen, ob die zarten Ketten, welche sich bei der schleimigen Gährung bilden, von *Penicillium* herrühren oder von anderen Pilzen. Wahrscheinlich ist es, dass mehre Pilze, wie bei vielen Gährungen, analoge Formen hervorbringen. So weit ich die Schleimhefe aus eigener Anschauung kenne, kann ich sie nur für *Leptothrix*-Gebilde halten: an der Luft bilden sich Ketten, im Innern kleine Kernzellen.

Nach Vorstehendem leuchtet nun ein, dass das *Penicillium* eine Reihe von Hefeformen aus Schwärmern und durch diese gebildeten Kernzellen entwickelt, welche mit einander in strenger Correspondenz stehen nach folgendem Schema (p. 65), aus welchem hervorgeht, dass alle Gährungserscheinungen eingeleitet werden durch die Schwärmer der Sporen und die aus ihnen hervorgehenden Gebilde, als reine oder vollkommene Hefe; dass sich aber ausser diesen Hefebildungen für jede Gährungsform eine *Oidium*-Form oder Mittelform bildet, welche hervorgeht aus der Sprossung der Sporen selbst.

Die kleinen Schwärmer sind überall die Grundlage der *Penicillium*-Vegetation. Dass man ihre Bedeutung bisher übersehen hat und dass selbst Männer wie Hoffmann die Theilnahme der *Leptothrix*-Bildungen an den Gährungen läugnen, liegt zum Theil in der grossen Schwierigkeit dieser Untersuchungen, zum Theil darin, dass man so leicht die Sprossungen der Sporen mit den echten Hefezellen, denen jene oft sehr ähnlich sind, verwechseln kann. Daher die leicht zu widerlegende, oberflächliche Sage, die Hefezellen entständen aus sprossenden Sporen.

Für die ammoniakalische Gährung muss ich noch hervorheben, dass bei ihr nur die Kernzellen wirksam sind. Harn von gesunden Menschen, mit *Penicillium* besäet, nachdem er vorher gehörig ausgekocht war, entwickelt aus den Schwärmern nur Kernhefe[1]) in unglaublichen Mengen;

1) Pasteur meint, das *Penicillium* gedeihe auf dem Urin nur »*péniblement*«. Das ist ein grober Irrthum, aber anfänglich bildet der Pilz nur Kernhefe, aus welcher später an der Oberfläche durch Keimung wieder *Penicillium* entsteht. *Cryptococcus* entwickelt sich nur im diabetischen Harn.

	1. Verwesung.	2. Essiggährung.	3. Oelgährung.	4. Alkoholgährung.	5. Milchsäuregährung.
Vollkommene Hefe.	Schimmelbildung.	Essighefe (*Arthrococcus*) (Gliederhefe)	Oelhefe (*Cryptococcus*).	*Cryptococcus*-Hefe.	Stabhefe (*Arthrococcus*) (Gliederhefe).
Unvollkommene Hefe oder Uebergangsform.	*Oidium* *Leptothrix*.	*Torula aceti* (*Mycoderma Past.*)	*Torula olei* (*Mycoderma Past.*)	*Hormiscium* *Leptothrix*.	*Oidium lactis* *Leptothrix*.

Ammoniakalische Gährung, Gerbsäuregährung, Buttersäuregährung etc.

Vollkommene Hefe.	Kernhefe (*Micrococcus*).
Unvollkommene Hefe.	*Oidium* und *Leptothrix*-Ketten.

genau ebenso verhält sich Hühnereiweiss; ebenso enthält der fertig gebildete Käse ausserordentliche Mengen von Kernhefe. Aus allen diesen Substanzen kann man alle übrigen Hefeformen erziehen, wenn man sie in die entsprechenden Gährungsflüssigkeiten bringt.

Mit dem Ausstreuen der Schwärmer beginnt, namentlich auf nassem Boden, jede Schimmelvegetation. Daher findet man die Zellen der pflanzlichen und thierischen Gewebe, in denen Schimmelpilze hausen, stets zart punctirt. Auch Professor Klob erwähnt dieser Punctirung; es scheint ihm aber entgangen zu sein, dass ich sie längst als ein ganz allgemeines Vorkommen nachgewiesen habe[1]).

Vibrionen, d. h. gestreckte, stab- oder linienförmige Körper mit selbständiger Bewegung, sind mir weder bei *Penicillium*, noch sonst bei irgend einer reinen Pilzcultur vorgekommen. Sie entstammen ohne Zweifel stehenden Gewässern, in denen sie sich neben den ihnen so ähnlichen Oscillarineen stets vorfinden.

Nach Pasteur sind die echten Vibrionen dadurch von den Pilzelementen unterschieden, dass sie erst bei einer Wärme von mehr als 110° C. getödtet werden. Pasteur hält sie für thierischer Natur. Sie entstehen nach ihm nur in alkalischen Flüssigkeiten; in der Milch kämen sie nur bei Zusatz von Kreide vor. Dem muss ich allerdings widersprechen. Gerade *Vibrio lineola* kommt gar nicht selten auf stark saurer Milch vor. Was Pasteur unbewegliche Vibrionen nennt, das sind sehr verschiedenartige pilzliche Gebilde, über deren Natur er durch Culturen hätte Aufschluss geben müssen. Dass seine Bacterien und *Monas crepusculum Leptothrix*-Bildungen sind, habe ich schon früher erwähnt.

Erwähnen will ich noch ausdrücklich, dass überall da, wo eine Gährungsform in andere übergeht, die Organismen beider Gährungen neben einander auftreten, ja dass sich einer aus dem andern entwickelt. So findet man in faulenden und zugleich noch gährenden Substanzen wie z. B. oft in menschlichen und thierischen Faeces neben den Kernhefezellen die Zellen der Milchsäurebildung (Stabhefe), ja selbst der *Cryptococcus*-Hefe. Ist eine noch nicht ausgegohrene alkoholische Flüssigkeit wie Bier, Wein und Fruchtsäfte an der Oberfläche im Begriff, sauer zu werden, so entstehen aus dem *Cryptococcus* die Hefezellen und *Torula*-Ketten der Essiggährung, wie man in Fig. 30 ein Beispiel dafür findet. Die Zwischenformen, wie *Hormiscium*, *Oidium* und *Torula* können überhaupt ebenso wohl aus den Hefezellen wie aus den Sporen hervorgehen, ja das *Hormiscium* bildet sich häufiger aus den *Cryptococcus*-Zellen als aus Sporen.

Zunächst sollen nun noch einige Bemerkungen als Ergänzung und

1) Jenaische Zeitschrift II, 2. Archiv f. mikrosk. Anatomie 1866 u. a. a. O.

Bestätigung des Vorigen nachfolgen über den dem *Penicillium crustaceum Fr.* so innig verknüpften *Mucor racemosus Fres.*[1]).

Ich habe mehrfach nachgewiesen, dass *Penicillium crustaceum Fr.* und dieser *Mucor* verschiedene Fruchtformen eines und desselben Pilzes sind. *Penicillium* ist die *Acrosporen*-Pflanze, *Mucor racemosus Fres.* die *Thecasporen*-Pflanze. Diese beiden Pflanzen stehen in einem Generationswechsel, der nicht in einer einfachen Reihenfolge, einem Wechsel zwischen *Mucor* und *Penicillium* besteht, sondern in einer Abhängigkeit vom Boden.

Wir haben oben gesehen, dass auf milchsaurem, also auch stickstoffreichem, flüssigem oder doch nassem Substrat aus dem *Penicillium* das *Oidium lactis,* also eigentlich schon eine wesentlich verschiedene Fruchtform hervorgeht. Genau dasselbe *Oidium* kann man auch aus *Mucor* erziehen, wie Hoffmann (Icones fungorum. IV. Taf. 19. 20) und ich gleichzeitig gezeigt haben; nur war es Hoffmann unbekannt, dass dieses *Oidium* und der *Mucor*, aus dem es entsteht, zu *Penicillium* gehöre.

Ich entdeckte zuerst bei *Oidium lactis* eine eigenthümliche Copulation, wenn man das aus *Penicillium* gezogene *Oidium* in Glycerin auf dem Objectträger cultivirt[2]). Die Keimlinge der viereckigen *Oidium*-Glieder verbinden sich, wo sie sich berühren, durch kurze Seitensprossen; dadurch schwellen einzelne Zellen sehr stark an, bekommen glänzenden körnigen Inhalt, und keimen. Ihre Keimlinge sind Pflanzen von *Mucor racemosus Fres.*

Ich habe ferner gezeigt[3]), dass die Ausbildung der grossen Conidien (*Macroconidien m.*), aus deren Keimung der *Mucor* hervorgeht, auch ohne jene Copulation stattfindet, wenn man das *Penicillium* auf geeigneten Boden säet. Diese Cultur des *Mucor* muss sehr vorsichtig geschehen, sonst misslingt sie. Der Boden muss mit Wasser angefeuchtet, aber nicht nass sein, er muss stickstoffreich und sauer sein. Am besten gelingt der Versuch, wenn man menschliche Faeces mit Milchsäure und Wasser bis zur Consistenz eines sehr zähen Breies einkocht und darauf *Penicillium* im Isolirapparat aussäet. Bei vorsichtiger Aussaat möglichst reiner *Penicillium*-Sporen erhält man nur *Mucor*. Sind aber die Faeces nass oder gar dünne breiartig, so kommt *Oidium* und bei zu geringem Säurezusatz sogar *Penicillium* zum Vorschein. Die Ausbildung des *Oidium* zu *Mucor* geht sehr einfach von Statten. Die Pinselsporen keimen wie gewöhnlich, aber die Keimfäden sind sehr glänzend und undurchsichtig. Hie und da wird

---

1) Diese Art wird von vielen Autoren mit unter dem Namen *Mucor mucedo* begriffen; *M. mucedo Fres.* scheint aber davon wesentlich verschieden zu sein.

2) Botanische Zeitung 1866. Nr. 2. Taf. I.

3) Archiv für mikrosk. Anat. 1866.

eine kürzere Fadenzelle besonders glänzend (Fig. 32), schwillt stark an (*m c* Fig. 32), während die Zwischenglieder absorbirt werden. Nach einiger Zeit liegen in der Flüssigkeit in grossen Mengen diese Macroconidien, deren Verbindungsglieder man kaum noch sieht und welche genau dieselbe Bedeutung haben, wie die durch Copulation entstandenen. Aus ihrer Keimung geht eben *Mucor* hervor.

Auch auf Hühnereiweiss mit etwas Milchsäure ist mir ihre Cultur gelungen, doch ist sie weniger sicher, als die vorher angegebene Methode.

In meiner Arbeit über die *Leptothrix*-Schwärmer zeigte ich, dass auf saurer Milch die Macroconidien fast immer spontan entstehen, aber sehr selten zur normalen Ausbildung gelangen, vielmehr meist sich stark aufblähen und durchwachsen. In einer Flüssigkeit entlassen sowohl die Macroconidien als die Conidien des *Oidium lactis* zum Theil ihren Inhalt in Form von kleinern schwärmenden Kernen, welche von denen des gewöhnlichen Pinselschimmels ununterscheidbar sind. Aus diesen kann man Stabhefe, *Cryptococcus*-Hefe, Kernhefe u. s. w. erziehen, meist von der dem *Penicillium* entsprechenden Hefeform deutlich verschieden[1]), je nachdem man die Hefe ernährt. In Fig. 7 haben wir Conidien von *Achorion Schoenleini*, also von einem *Oidium* des *Penicillium* abgebildet, welche, in Zuckerlösung stark aufgequollen, zahlreiche Kerne erkennen liessen. Die Zellenwände werden zuletzt so zart, dass man sie kaum noch erkennt und solche Gebilde leicht für die so häufigen Zusammenballungen der Kernhefe halten kann, die auch Klob abbildet. Säet man *Mucor racemosus Fres.* auf ganz oder nahezu stickstofffreie sehr nasse oder geradezu flüssige Materien wie z. B. Zuckerwasser, so geht aus der Keimung der Thecasporen stets nur *Penicillium* hervor.

Penicillium und *Mucor* stehen also in einem beweglichen Generationswechsel. Aus den Thecasporen des *Mucor* geht auf trocknem, selbst stickstoffarmen Boden, wieder die Macroconidien-Pflanze mit Sporangien hervor, auf flüssigem und stickstofffreiem Boden dagegen nur Thecasporen und Macroconidien des *Penicillium*. Der Zusammenhang von *Penicillium* und *Mucor*, zwischen denen die *Oidium*-Reihe gewissermassen eine Zwischenstufe bildet, erklärt sehr einfach eine höchst merkwürdige Thatsache. Wenn man nämlich Bierhefe cultivirt, so erhält man fast nur *Penicillium*; cultivirt man dagegen die aus der Bierhefe dargestellte Trockenhefe, so erhält man *Mucor*, weil bei der Darstellung der Trockenhefe Milchsäure oder Essigsäure gebildet werden[2]). Hohe Temperatur begünstigt die Ausbildung des *Mucor*.

---

1) Die Unterschiede findet man zum Theil in jener Arbeit angegeben. Vergl. Fig. 36.

2) Die Meisten übersehen die Hefe des *Mucor* ganz, weil sie voraussetzen, dass sie

Daher sah HOFFMANN (Bot. Zeitung 1867. Nr. 7) bei einer Temperatur von 60—70° C. die Hefezellen der Bierhefe stabförmige Fortsätze treiben, über deren Natur er uns freilich den Aufschluss schuldig bleibt.

Die Hefe des *Mucor* ist leicht von der des *Penicillium* zu unterscheiden, am leichtesten die genau kugelige *Cryptococcus*-Hefe. Fig. 36 zeigt dieselbe, wie sie nach Aussaat des *Mucor racemosus Fres.* auf Köstritzer Bier als zartes Häutchen entsteht, erst später im Innern der Flüssigkeit. Die Hefezellen sind genau kugelrund und zeigen einen grossen, sehr glänzenden Kern.

So vollständig wie bei *Penicillium crustaceum Fr.* ist noch bei keinem anderen Pilz die Hefebildung beobachtet worden, daher haben wir diesen als Beispiel für die Begründung der Lehre von der Hefebildung vorangehen lassen. Im Folgenden gebe ich nun noch einige Beispiele für Hefebildung bei anderen Pilzen. Die Zahl der hefebildenden Pilze ist jedenfalls sehr gross, so viel steht fest; ja es ist wahrscheinlich, dass alle Pilze Hefe bilden, weil alle als Schimmel vorkommen. Selbstverständlich kann man aber nicht aus jeder Sporenart Hefe erziehen. Wenn die Sporen eines Pilzes keine Hefe erzeugen, so beweist das also noch nicht, dass er überhaupt nicht zu den hefebildenden Pilzen gehöre. Leider ist es nöthig, das hervorzuheben, weil neuerdings auf solche oberflächliche Beobachtung hin dergleichen negative Behauptungen aufgestellt worden.

Hefebildung bei einigen anderen Pilzen.

Aspergillus microsporus m.

Sehr häufig findet man auf vegetabilischen Substanzen einen kleinsporigen *Aspergillus,* der sich der Form nach nur durch die geringe Grösse und durch die glatte Oberfläche der Sporen von *Aspergillus glaucus auct. plur.* unterscheidet. Gewöhnlich wird er mit dieser Art zusammengeworfen, er hat auch meist ganz das äussere Ansehen derselben, nur ist er stets weit zarter. Gewöhnlich sind die Sporenmassen blaugrün, bisweilen jedoch schwefelgelb. In diesem Zustande ist der Pilz von BONORDEN[1]) unter dem Namen *Asp. flavus* beschrieben und abgebildet. Es ist möglich, dass dieser *Aspergillus* nur eine atrophische Form des *Asp. glaucus Lk.*, welcher das Eurotium ausbildet, darstellt, aber die Unterschiede sind doch so beträchtliche, dass man die beiden Formen wird getrennt halten müssen,

---

durch Keimung aus den Thecasporen entstehen müsse. Aus diesen entsteht direct freilich niemals etwas der Hefe ähnliches, vielmehr keimen sie gerade auf gekochtem Bier und ähnlichen Flüssigkeiten. Die Hefe entsteht durch *Mucor* nur aus den Kernen der Conidien und Thecasporen.

1) H. F. BONORDEN, Handbuch der Mykologie. Stuttgart 1851. p. 112. Fig. 192.

bis man Genaueres über beide feststellen kann[1]. Besonders betrifft diese Verschiedenheit auch die Hefebildungen.

Die grossen stacheligen Sporen des zu *Eurotium* gehörigen *Asp. glaucus* entlassen ihre Kerne sehr langsam; daher dauert es mehre Tage, bevor eine zuckerhaltige Flüssigkeit durch diesen Pilz in Gährung versetzt wird.

Ganz anders *Asp. microsporus*. Hier tritt rasch jede Art von Gährung ein, daher wollen wir diesen Pilz als Beispiel heranziehen[2].

Säet man die Sporen auf ein dünnflüssiges Medium, so bilden sich an der Oberfläche sehr zarte *Leptothrix*-Ketten, deren Glieder, wie auch die Schwärmer und Kernzellen, gradezu bei 1000facher Vergrösserung noch punctförmig erscheinen (Fig. 31). Ist die Flüssigkeit zuckerhaltig, so schwellen die Kernzellen zu zarter *Cryptococcus*-Hefe an, aber die Form derselben ist eine ganz andere wie bei *Penicillium*. Die Zellen sind nicht kugelig, sondern breit lanzettlich, beiderseits ganz stumpf (Fig. 31). Die Vermehrungsweise ist genau so wie bei *Cryptococcus cerevisiae*. Es wäre nun wohl zweckmässig, den Namen *Cryptococcus* beizubehalten und diese Form nach dem Pilz zu benennen, von dem sie abstammt, so z. B. *Cryptococcus Penicillii glauci*, *Cr. Aspergilli microspori* u. s. w. und ebenso bei allen anderen Hefeformen.

Die Sporen (Fig. 31 *sp.*) zeigen starke Anschwellung des Epispor's, bevor sie platzen, so dass der Kern als glänzende Kugel durch einen breiten Zwischenraum von der überaus zarten Membran getrennt ist. Das Platzen der Sporen beobachtet man hier leichter als bei *Penicillium*. Die Kernhefe ist sehr fein, sonst von der des *Penicillium* ununterscheidbar. *Leptothrix*-Ketten und die ersten Hefezellen bilden sich binnen 12 Stunden bei einer Temperatur von 8—12^0 R.; bei höherer Temperatur natürlich weit rascher.

Auf gekochter Milch werden die Schwärmer von den Sporen entlassen und vermehren sich anfänglich massenhaft als Kernhefe. Die Milch wird bei 8—10^0 R. in wenigen Stunden sauer und gerinnt stark. Die Sporen schwellen sehr stark an, erhalten milchartige, durchscheinende Beschaffenheit und keimen an der Oberfläche (Fig. 34). Das Product ihrer Keimung ist ein *Oidium* mit leierförmigen Zellen, welche sich durch Scheidewände in Doppelzellen verwandeln. Zuletzt entstehen lange Ketten kugeliger, brauner Conidien. Ich habe mehrfach gezeigt, dass dieses *Oidium* die Uebergangsstufe bildet zu einer Pilzform mit zusammengesetzten Sporen (*Polydesmus s. Stemphylium*[3]). Also auch hier spielt das *Oidium*

1) Vergl. meine Arbeit »Mykologische Untersuchungen«. Die Landwirthschaftl. Versuchsstationen 1866. Bd. 8. p. 411.

2) In meinem Buch über Parasiten am Menschen findet man diesen Pilz noch als *Asp. glaucus* beschrieben und einen Theil seiner Entwickelungsgeschichte geschildert.

3) Die Pflanzl. Parasiten; ferner Bot. Zeitung 1866. Nr. 21.

eine für den Generationswechsel des Pilzes höchst wichtige Zwischenrolle. Die Verkäsung der Milch durch *Aspergillus microsporus* sowie auch durch andere Arten dieser Gattung geschieht genau auf dieselbe Weise wie bei *Penicillium*, nämlich durch Kernzellen, welche hier von überaus geringen Dimensionen sind. Auf Köstritzer Bier ausgesäet, bildete der kleinsporige *Aspergillus* aus Kernzellen grosse Mengen von kleinen stark lichtbrechenden Hefezellen (Fig. 35), welche der Essighefe von *Penicillium* entfernt ähnelten, aber an den Enden mehr abgestutzt, nicht lanzettlich, sondern eiförmig-länglich 4 kantig waren.

Die Flüssigkeit reagirt in einigen Tagen stark sauer; das Merkwürdigste war aber, dass sich nicht bloss Essigsäure, sondern auch eine Fettsäure gebildet hatte, welche der Flüssigkeit ganz das Ansehen einer von Butterkügelchen erfüllten Milch gaben. Hier findet also allerdings durch *Aspergillus* eine wesentlich andere Zersetzung statt wie durch *Penicillium*, denn *P. crustaceum* und *P. viride* leiten nur Essigsäuregährung in dem an gebranntem Malz reichen, schwarzen Köstritzer Bier ein.

Penicillium viride Fres.

Diesen Pilz erzog ich aus einem *Cryptococcus cerevisiae*, welchen ich auf schwarzem Köstritzer Bier fand und welcher sich von dem des *Penicillium crustaceum Fries* nur schwer unterscheiden lässt. Der Pinsel tragende Pilz ist dagegen leicht von diesem unterscheidbar. FRESENIUS[1]) hat denselben sehr gut beschrieben und abgebildet. Ich gebe in Fig. 38 die Abbildung eines Pinsels. Der Pilz ist besonders ausgezeichnet durch die grosse Regelmässigkeit der Pinselverzweigung. Die Aeste stehen fast immer zu dreien, seltener zu zweien oder einzeln (Fig. 38 *a b*). Der Pinsel ist also mehrfach 3theilig gabelig. Die Glieder sind unterhalb der Pinsel langgestreckt 4kantig, im Pinsel aber lanzettlich gestaltet. Sie gehen an den Enden der jüngsten Aeste in eiförmige, zuletzt kugelige Sporen über, welche in Folge des Verästelungsgesetzes in der Regel in Drillingsketten beisammen stehen.

Auf gekochtes Köstritzer Bier ausgesäet, brachten die Sporen genau in derselben Weise wie bei *Penicillium crustaceum Fr.* aus dem Sporeninhalte *Cryptococcus* und beim Sauerwerden des Biers Stabhefe hervor, wie sie in Fig. 39 abgebildet ist. Diese Stabhefe entstand sowohl aus den freien Kernen als aus den *Cryptococcus*-Zellen, welche nun nicht mehr kugelige, sondern längliche Sprossen trieben und abschnürten. Hier wie überall muss man die Entstehung der Hefe von ihrer Vermehrung unter-

1) Beiträge zur Mykologie von G. FRESENIUS. Frankfurt a/M. 1850—1863. Seite 21. 22. Taf. III. Fig. 16.

scheiden. Die Hefe bildet sich ihrer ersten Entstehung nach stets aus Kernzellen; aber, einmal entstanden, vermehrt sie sich (auch) durch Sprossung.

Aus den an der Oberfläche schwimmenden Stabhefezellen bildete sich ein *Hormiscium* (*Torula aceti*), welches genau das Verästelungsgesetz des Pinsels wiedergab und, wie Fig. 39 *a* es zeigt, aus länglich 4kantigen Zellen bestand.

Rhizopus nigricans Ehrenb.

Als ich diesen Pilz auf Kartoffelstückchen aussäete, faulten dieselben im Culturapparat. Es entstand aus den platzenden Sporen, deren Inhalt aus unbeweglichen Kernen bestand, eine galatinöse Kernhefe von eigenthümlicher graubräunlicher Färbung (Fig. 40), grössere oder kleinere Ballen bildend. Auf Heidelbeersaft bildete der Pilz anfänglich kleine kugelige *Cryptococcus*-Zellen, darauf parallelepipedische Stabzellen.

Es mögen hier ferner noch die folgenden Einzelheiten Platz finden.

Die Sporen des *Galorheus pergamenus Fr.*, welche ich am 11. Juli 1866 in einem Culturapparat in Brunnenwasser aussäete, bildeten binnen 24 Stunden an der Oberfläche zahlreiche kurze *Leptothrix*-Ketten aus kleinen Schwärmern. Die Ketten waren von ungewöhnlicher Zartheit. Ein zweiter Versuch wurde im dunklen Raum unternommen, aber ohne allen Erfolg.

Die Sporen von *Polydesmus exitiosus*, einem Pilz, welchen J. Kühn beim Raps entdeckte und welchen ich mehrfach an den Pistillen und Staubblättern der von *Uredo* befallenen Getraidearten auffand, bringen im Zuckerwasser eine Hefeform hervor, welche in höchst interessanter Weise mit dem Sporenbildungsprocess zusammenhängt (vgl. Fig. 41 *a—m*). Die Sporen sind nämlich zusammengesetzte Sporen (Sporangien) und entstehen durch wiederholte Quer- und Längstheilung der ursprünglich einfachen (Arthro-) Spore. Genau denselben Theilungsprocess befolgen die aus den Plasmakernen dieser Sporen entstehenden Hefezellen. Anfänglich haben sie eirunde Gestalt (Fig. 41 *c, e, g*), sind einfach und bringen an beiden oder an einem Ende Sprossen hervor genau nach Art des *Cryptococcus cerevisiae* (Fig. 41 *c, e, g*). Man sieht in jeder solchen Hefezelle einen deutlichen glänzenden Kern. Bald theilt dieser sich in zwei Kerne (Fig. 41 *e, g*), kurze Zeit darauf sieht man zwischen den beiden Kernen eine Scheidewand (Fig. 41 *g*); der Theilungsprocess beginnt nun in jedem der neu entstandenen Kerne (Fig. 41 *a, l*), ja oft noch vor Ausbildung der Scheidewand (Fig. 41 *h, l*).

Auf diese Weise entsteht binnen Kurzem aus einer Hefezelle eine grosse Hefecolonie von rundlicher oder unregelmässiger Form, denn zuletzt

lösen sich die Zellen von einander (Fig. 41 *a, b, h, i, m*). Jede Zelle einer Colonie ist im Stande nach Art des *Cryptococcus* zu sprossen und liegt sie an der Oberfläche des Substrats, so kann sie wie jede Hefezelle keimen (Fig. 41 *k. g, f*) und bringt ein zu *Polydesmus* als Vorläufer gehöriges *Oidium* hervor.

Vorstehendes Beispiel von Hefecolonien ist nicht das einzige. Bei Culturen des Mutterkorns erhielt ich Hefecolonien, welche sehr an die *Sarcina ventriculi* erinnerten, von der ich glaube, dass sie nichts Anderes als Hefecolonien bedeutet, wenigstens so lange, bis man gediegenere Gründe für ihre angebliche Algennatur beibringt, als es bisher geschehen ist. Die in Fig. 42 gezeichneten Formen sind die eben erwähnten, bei Cultur des Mutterkorns entstandenen. Sie zeichnen sich aus durch 2×2 Theilung, so dass wie bei der *Sarcina* Packete von je 4 Individuen entstehen. Wie bei den Hefecolonien von *Polydesmus* wird der Verband der Zellen zuletzt locker durch schleimige Degeneration der Wände. Sie liegen dann als Kerne in einer galatinösen Masse eingebettet (Fig. 42 *i, k*). So entstehen aus den zusammengesetzten Sporen mehrer Arten der Gattungen *Polydesmus, Stemphylium* und *Septosporium* Hefecolonien, welche anfangs deutlich wiederholte Zweitheilung erkennen lassen, zuletzt aber rundliche, abgerundet 4kantige oder ganz unregelmässige Ballen darstellen. Sollten nicht die von Dr. Thomé in seiner vortrefflichen Arbeit[1]) über einen Cholera-Pilz (Taf. VII Fig. 5—16) als Sporen aufgefassten Kugeln einen derartigen Ursprung haben? Ich kann natürlich, da ich keine Gelegenheit hatte, über Cholera-Pilze selbst Untersuchungen anzustellen, durchaus kein Urtheil darüber fällen, aber nach Herrn Dr. Thomé's Beschreibung und Abbildung, namentlich nach der Figur 2 und 3, aber auch 13 und 15, drängte sich mir diese Anschauung ganz von selbst auf. Vielleicht würde ein Austausch unserer Präparate über diesen Punct zur Verständigung führen, auf den ich später zurückkomme. Die Ballen, welche Herr Professor Klob in den Cholera-Dejectionen auffand, haben vielleicht dieselbe, jedenfalls eine analoge Bedeutung und es würden somit die Arbeiten beider Herren leicht in Einklang zu bringen sein.

Die oben geschilderten Hefecolonien, welche z. B. auch auf Aussaat von *Tilletia caries*[2]) auf passende Substanzen sich ausbilden, sowie sie, in immer etwas modificirter Form, aus sehr verschiedenen Pilzen hervor-

---

1) Dr. Otto Wilh. Thomé, *Cylindrotaenium cholerae asiaticae*, ein neuer, in den Cholera-Ausleerungen gefundener Pilz. Virchow's Archiv Bd. 38. p. 221—244. Taf. VII, VIII.

2) Ich muss hier bemerken, dass den meisten, wenn nicht allen *Ustilagineen* und *Uredineen* eine Fruchtform mit zusammengesetzten Sporen zukommt. Die Belege dafür werden in einer hoffentlich bald druckfertigen Schrift gegeben werden, soweit sie nicht schon durch andere Forscher bekannt sind.

gehen, gedeihen am besten, wie die Stabhefe, die sie zu vertreten scheinen, auf stickstoffreichen Substanzen, welche noch sauer sind, also an der Oberfläche Milchsäure oder Essigsäure u. s. w. ausbilden. In sehr stickstoffarmen Substanzen kann man sie allem Anschein nach nur aus wenigen Pilzen, so aus dem oben erwähnten *Polydesmus* erziehen [1]). Dabei haben sie aber eine andere Beschaffenheit als in sauren, stickstoffreichen Substanzen. So lange z. B. in Zuckerlösung die geistige Gährung dauert, sind die Wände der Zellen deutlich, zart, scharf begrenzt, die Kerne gross und deutlich.

Mit Beginn der Essiggährung werden die Wände mehr und mehr gelatinös, ihr Inhalt trübe, stark lichtbrechend, daher undurchsichtig. Tritt Fäulniss ein, so beginnt die grössere Selbständigkeit der Zellen oder vielmehr ihrer nun immer kleiner werdenden Kerne, die Wände werden schleimig-gelatinös und zuletzt stellen die Colonien nur noch unförmliche Ballen dar, ähnlich wie Klob sie abbildet. Die Kerne werden ganz selbständig, keimen unter günstigen Umständen zu zarten Fäden oder zu *Leptothrix*-Ketten aus, je nachdem die Substanz trocken oder nass, die Luftzufuhr bedeutend oder schwach ist. Eine stark faulende Substanz zeigt zuletzt nur noch Massen von Kernzellen, welche von denen anderer Schimmelpilze schwer unterscheidbar sind, die freiwerdenden Kerne sind bei einigen Pilzen bewegliche Schwärmer, wie auch Herr Dr. Thomé es von seinem *Cylindrotaenium* beschreibt, bei anderen dagegen sind sie ganz bewegungslos [2]).

Es ist nach Vorstehendem sehr begreiflich, dass im letzten Stadium ihrer Ausbildung, wo sie im Zerfallen oder schon in der Keimung oder Kernhefebildung begriffen ist, die Colonienhefe sich sehr schwer von der bloss durch Zweitheilung entstehenden (vermehrten) Kernhefe anderer Pilze unterscheiden lässt. Dieser Unterschied ist ja aber überhaupt nur ein specifischer, kein genereller und allgemeiner, denn er beruht nur darin, dass bei der Colonienhefe Theilung nach zwei, ja oft nach drei Dimensionen, bei der Kernhefe, wie sie z. B. aus *Penicillium* entsteht, aber nur nach einer Dimension stattfindet. Die Tochterkerne werden wohl bei jeder Hefe als Theile des Kerns der Mutterzelle ausgebildet, wenn man auch diesen Theilungsprocess noch nicht überall hat verfolgen können.

Die Colonienhefe bildet also, je nach dem Zustand des Substrats, eine der alkoholischen, eine der sauren und eine der ammoniakalischen Gährung entsprechende Form aus.

Bringt man die Sporen von *Cystopus candidus Lev.* auf eine stickstoff-

---

1) Vgl. Botanische Zeitung 1866. Nr. 37.

2) Die sehr interessanten Schwärmer der *Tilletia caries* werden ebenfalls in der bald druckbereiten phytopathologischen Schrift beschrieben werden.

reiche Substanz (nicht zu trocken), so platzen sie mit einem sehr deutlichen Riss und entlassen zahlreiche verhältnissmässig grosse Schwärmer (Fig. 43), welche sich vorher im Innern ausgebildet hatten, während die *Cuticula* des Epispors sich fast ganz auflöst. In Zuckerlösung bilden sich aus den massenhaft entstehenden Kernzellen kleine kugelige glänzende Hefezellen (Fig. 44).

Morphologisch von grossem Interesse ist die Hefebildung bei *Cephalothecium candidum auct.* Die Doppelsporen entlassen im Innern zuckerhaltiger Flüssigkeiten ihren Inhalt in Gestalt kleiner Kerne, welche zu *Cryptococcus*-Hefezellen anschwellen, die an Gestalt der Spore gleichen (Fig. 45) und durch Einschnürung in der Mitte sich halbiren.

Die von mir sogenannte *Urocystis intestinalis* (Fig. 50—55) bildet in Zuckerwasser rasch kugelige, glänzende Hefe aus. Vielleicht sind die Sporen, welche Thomé in den Cholera-Dejectionen fand, dergleichen Hefe von dem durch ihn entdeckten *Cylindrotaenium cholerae asiaticae.*

Das *Oidium albicans auct.* bildet bei alkoholischer Gährung citronenförmige, bei saurer Gährung kugelige Hefe. So zog ich sie aus dem Diabetes-Pilz (Fig. 47 und 48). Die *Pityriasis versicolor* ist von einem Pilz begleitet und durch ihn hervorgerufen, welcher mit *Oidium albicans* identisch ist. Seine Hefe bildet die *Pityriasis*-Zellen. Diese keimen, bringen unfruchtbare bisweilen auch dem *Oidium* angehörige Fäden hervor, welche von einem Haufen der Hefezellen zum andern verlaufen. Man kann diese Bildungen künstlich in Flüssigkeiten erziehen (Fig. 49).

Die Beispiele für die verschiedenen Hefebildungen lassen sich noch ausserordentlich vermehren. Wo man nur mit der Schimmelform eines Pilzes sorgfältige Culturversuche anstellt, da entdeckt man Hefebildungen verschiedener Art.

Wir würden aber die Geduld des Lesers ermüden, wollten wir an diesem Ort die Zahl der Beispiele noch ferner vergrössern. Die Gesetzmässigkeit dieser Bildungen leuchtet nach dem Vorstehenden von selbst ein. Einzelne Formen wird jeder tüchtige Forscher selbst auffinden können.

IV. Hefe und Schimmel gegenüber dem menschlichen Organismus und der Lehre von den Miasmen und Contagien.

Es leuchtet nach dem, was ich vorstehend über Schimmel und Hefe mitgetheilt habe, wohl von selbst ein, dass im menschlichen Organismus nicht nur die höheren Fruchtformen der Pilze selten oder gar nicht vorkommen können, sondern dass auch die Schimmelbildungen im strengen Sinne des Wortes nur auf der äusseren Körperfläche und selbst hier nur selten vorkommen. Damit stimmen denn die Erfahrungen der Forscher durchaus überein.

Die Frage, welche Organismen überhaupt im menschlichen Körper auftreten können, ist angesichts der Lehre von den Miasmen und Contagien, ja angesichts der gesammten Nosologie von der allergrössesten Wichtigkeit; das wird heute nur noch von Ignoranten geläugnet. Zuvörderst haben wir dafür negativ auszusprechen, dass alle diejenigen Organismen, welche des Chlorophylls oder analoger Farbstoffe zu ihrer Existenz und Vegetation bedürftig sind, im menschlichen Organismus als echte Parasiten nicht auftreten können; ja es ist bekanntlich durch neuere Forschungen gezeigt worden, dass die phanerogamischen Parasiten, welche Blattgrün ausbilden, eben weil sie assimiliren, nur als halbe Parasiten zu betrachten sind. Wir dürfen daher alle Phanerogamen (Blüthenpflanzen), alle *Cryptogamen*, ausgenommen die Pilze, sowie einige bisher zu den Algen gerechneten Pflanzen, einen Theil der Infusorien mit Ausnahme der dem Grenzgebiet angehörigen Vibrionen getrost vom Parasitismus am menschlichen Körper ausschliessen. Kommen derartige Dinge, wie z. B. chlorophyllführende Algen im menschlichen Organismus vor, so sind sie durch Zufall von aussen eingeführt: sich vermehren und fortvegetiren werden sie in den Körperhöhlen sicherlich nicht, wenigstens nicht in einer chlorophyllbildenden Form.

Echte Infusorien sind im Innern des Körpers überaus selten und wo sie vorkommen, da sind sie wohl immer oder doch mit seltenen Ausnahmen, eingeführt, ohne sich im Innern zu vermehren.

Was nun die so zweifelhaften Vibrionen anlangt, so kann ich bestimmt behaupten, dass echte Vibrionen nichts mit Pilzbildungen zu thun haben, sondern jedenfalls ganz anderen Ursprunges sind. Dass unter *Bacterium termo* nichts Anderes als *Leptothrix*-Kettchen, unter *Monas crepusculum* nichts Anderes als Kernhefe und Schwärmer der Pilzsporen (*Leptothrix*-Schwärmer) von neueren Autoren beschrieben und verstanden werden, habe ich schon hervorgehoben. Nach diesem Sprachgebrauch sind diese Namen ganz zu streichen.

Die echten Vibrionen sind im menschlichen Körper unter gewöhnlichen Verhältnissen selten. Sie werden sicherlich, wenn sie sich in den Körperhöhlungen vorfinden, meist mit dem Trinkwasser, selten mit der Luft eingeführt. Dass sie, einmal eingeführt, sich im Körper vermehren und grosse Verheerungen anrichten können, läugne ich nicht.

Ich komme später auf diesen Punct zurück.

Dass als Parasiten in höheren Entwickelungsformen die Algen nicht im menschlichen Körper vorkommen, das habe ich in meiner parasitologischen Schrift kritisch zu begründen gesucht, indem ich zeigte, dass alle diejenigen Gebilde, welche man bisher als Algen aufzuführen pflegte, nicht zu den Algen gehören. Es sind vegetative Fadenbildungen und Aehnliches, wie es so häufig aus Pilzen in Flüssigkeiten hervorgeht. Es ist ebenso verkehrt, diese Bildungen zu den Algen zu zählen, als es albern ist, eine Gruppe der »*Mycophyceae*« aus ihnen zu bilden.

Die Namen: *Leptomitus*, *Cryptococcus*, *Hygrocrocis*, *Hormiscium*, *Torula*, *Leptothrix* u. s. w., sind daher in diesem Sinne zur Bezeichnung von Algengattungen angewendet, durchaus verwerflich.

Das einzige Gebilde unter den häufiger vorkommenden menschlichen Parasiten in höherer Form, welches noch viele zu den Algen zählen und von welchen wenigstens die Pilznatur noch nicht durch Culturen erwiesen wurde, ist die *Sarcina ventriculi Goods.*

Fragen wir zweitens nach der Form des Vorkommens der Pilze im menschlichen Organismus, so sind, wie gesagt, Schimmelbildungen selten und nicht als echte Parasiten aufzufassen. Man hat bisweilen (vgl. mein Handbuch) im Gehörgang, in den Cavernen der Lunge, in der Luftröhre u. s. w. *Aspergillus glaucus Lk.* gefunden; es bildet sich bisweilen bei sehr unreinlichen Personen an der äusseren Körperfläche ein Beleg von fructificirendem *Penicillium*[1]) und *Aspergillus*, aber diese Dinge sind Zufälligkeiten, die nicht mit bestimmten Leiden in nothwendigem Zusammenhang stehen. In denjenigen Höhlen, welche stets reich an Kohlensäure sind, kommt niemals eine fructificirende Schimmelbildung vor.

Findet man Pilzfrüchte im menschlichen Organismus, wie das z. B. auf Soormembranen und auf diphteritischen Membranen vorkommt, so gehören sie nicht der eigentlichen Schimmelform des betreffenden Pilzes an; es sind vielmehr stets Früchte, welche auch ausserhalb des Körpers nicht frei, sondern im Innern der Substanzen, in denen sie vegetiren, angelegt werden. Alle derartigen Früchte, welche bisher aufgefunden wurden, gehören pflanzlichen Parasiten auf Pflanzen (*Coniomyceten*) an und können auch im Innern amorpher vegetabilischer und thierischer Substanzen, wie z. B. Stärkekleister, ausgekochten Faeces u. s. w. cultivirt und

1) Besonders kommt das auf sehr alten Favus-Borken bisweilen vor.

zur Fruchtbildung gebracht werden. Wo sie in den Pflanzen auftreten, wie z. B. die Arten von *Stemphylium* (*Sporidesmium*), *Polydesmus*, *Septosporium* u. s. w., da treten die Früchte büschelweise aus Spaltöffnungen oder aus der gesprengten Oberhaut hervor. Ebenso bilden sie im Innern der amorphen Substanzen die Früchte nur unvollkommen oder als Vorbildung aus, während dieselben in voller Entwickelung über die Oberfläche emporragen. Dabei ist es sehr bemerkenswerth, dass alle diese Pilze eine dem *Oidium* entsprechende Fruchtform mit Sporenketten ausbilden, welche meist als nothwendige Vorbildung der zusammengesetzten Frucht vorangehen. Es findet also zwischen diesen Parasiten und dem *Oidium* verschiedener anderer Pilze, wie sie am menschlichen Körper auftreten, eine gewisse Analogie statt. Ich habe früher von sehr verschiedenen Pilzen am Menschen gezeigt, dass sie *Oidium*-Formen (*Achorion*-Formen) sehr bekannter Schimmelpilze sind. *Achorion Schoenleini*, der Pilz des Favus [1]) ist das *Oidium* von *Penicillium crustaceum Fr.* in einer weniger vollkommenen Form wie das *Oidium lactis Fres.* Ich zeigte, dass in Flüssigkeiten verschiedener Art in der Nähe der Oberfläche das *Penicillium* Individuen ausbildet, welche nicht regelmässige Pinsel, sondern einzelne Ketten an den Enden der Zweige tragen. Von diesen Gebilden bis zu dem schon völlig in Glieder zerfallenden *Achorion Schoenleini* kann man in verschiedenen Flüssigkeiten alle Zwischenformen beobachten. Das vollkommene *Oidium* ist, wie mehrfach angegeben wurde, vom Säuregehalt der Flüssigkeit abhängig. Auf faulenden Substanzen kommt es daher nur an der (verwesenden oder sauer gährenden) Oberfläche zur Ausbildung; ebenso auf der sauren Milch.

Als ich meine Arbeit über die Oelhefe und die an der Oberfläche fetter Oele entstehenden Ketten, welche aus Sprossungen der Sporen von *Penicillium* hervorgehen, veröffentlichte [2]), da fiel mir die grosse Aehnlichkeit dieser Kettenbildungen mit den Abbildungen des *Trichophyton tonsurans*, wie sie schon ihr Entdecker Malmsten [3]) giebt, so sehr auf, dass ich die Wahrscheinlichkeit der Identität beider Gebilde aussprach. Leider hatte ich selbst sicher bestimmtes *Trichophyton* (*Herpes tonsurans*) nicht untersuchen können; da mir aber ein ausgezeichneter Arzt versicherte, dass meine Präparate von jenen *Torula*-Ketten mit jenen Ketten des *Trichophyton* die allergrösseste Aehnlichkeit hätten, so hielt ich die Identität beider Gebilde für zweifellos. In neuester Zeit erst erhielt ich durch die Güte des Herrn Dr. Seydel sehr schönes Material vom *Herpes tonsurans*. Ich erkannte sofort, dass die Haarpilze dieses Exanthems von jenen Oel-

1) Jenaische Zeitschrift II, 2.
2) Botanische Zeitung 1865. Nr. 49.
3) P. H. Malmsten. *Trichophyton tonsurans*. Stockholm 1845.

ketten wesentlich verschieden seien, ja dass sie nicht wohl zu *Penicillium* irgend welche Beziehung haben könnten. MALMSTEN's Figuren sind (1845) mit weit geringerem Mikroskop gezeichnet als wie sie jetzt zu Gebote stehen und daraus erklärt sich sehr einfach die Ungenauigkeit. Bei schwächerer Vergrösserung haben in der That beide Vorkommnisse grosse Aehnlichkeit mit einander, die aber sofort verschwindet, wenn man die stärksten Systeme in Anwendung bringt. Der Unterschied tritt sofort zur Genüge hervor, wenn man die mit demselben System und Ocular (ZEISS F_2) gezeichneten Figuren 28 und 46 vergleicht. Fig. 46 zeigt zwei Ketten des *Trichophyton*, welche aus dem ausgefaserten Haare herauspräparirt wurden. Die Zellen sind genau kugelrund, grösser als die Oelhefezellen, sie zeigen deutlich doppelte Umrisse und einen grossen kugeligen Kern. Dass hier die *Oidium*-Form eines Pilzes in höchster Entwickelung, also als *Torula*-Kette, vorliege, darüber konnte kein Zweifel obwalten; über die Natur des betreffenden Pilzes konnte aber lediglich die Cultur Aufschluss geben. Diese wurde im Isolirapparat vorgenommen.

Vierzehn Tage nach der Aussaat wurde einer der aufgestellten Apparate geöffnet. Es zeigte sich in der Flüssigkeit eine grünliche, flockige Masse, welche aus Soorpilzen (*Oidium albicans auct.*) bestand, genau so beschaffen, wie man sie aus den Pilzen der Soormembran erzieht oder bisweilen ohne Weiteres auf denselben wahrnimmt, nämlich als ein braunzelliges *Oidium*, dessen Zweige anfangs farblose, eiförmige, später braune, lanzettlich eiförmige und gegen die Enden der Fäden zuletzt genau kugelrunde Sporen in langen Ketten abschnüren[1]).

Diese Sporen stellen zweifelsohne einen Brandpilz dar und zwar sind sie gar nichts Anderes, als *Ustilago carbo Tul.*, wie ich auf einem ganz anderen Wege in Erfahrung brachte. Eine kleine Menge der Substanz hatte ich in einer anderen Flasche oberhalb der Flüssigkeit an der Wand des Glases sitzen gelassen. Hier keimten die ebenso rasch entstehenden Brandsporen und das Product der Keimung war *Aspergillus eurotium* (*Asp. glaucus auct.*). Am Kork der Flasche, welcher, wie bei allen meinen Versuchen, vor der Benutzung mehre Minuten in Alkohol untergetaucht und luftdicht eingekittet war, bildete sich *Aspergillus* und das vollkommenste *Eurotium*[2]), nur wenige Tage nach der Keimung der Brandsporen. Ich würde trotz alledem an der Richtigkeit dieser Resultate zweifeln und an eine Einschwärzung von *Aspergillus*-Sporen mit den angewendeten Haaren glauben, hätte ich nicht umgekehrt aus den Sporen von *Ustilago* die nämlichen Gebilde gezogen wie aus *Aspergillus* und aus

1) Vgl. HALLIER, Die pflanzl. Parasiten. Taf. III. Fig. 46. (35—46).

2) Ueber die Befruchtung des *Eurotium* vergl. meine Arbeit: Mykologische Untersuchungen. Landwirthschaftl. Versuchsstationen. Bd. VIII. 1866. p. 411 ff.

Aspergillus die runden Brandsporen. Die Pilze des *Herpes tonsurans* sind also ein Product der Sporen des Staubbrandes. Es ist wenigstens unwahrscheinlich, wenn auch nicht undenkbar, dass das *Trichophyton* durch *Aspergillus* direct hervorgerufen werden könne.

Die Kranke, welche jenen schönen *Herpes* am Kopfe darbot, erhielt kurze Zeit darauf am Kinn einen ausgeprägten *Herpes circinatus* nach der Bestimmung der Herren Hofrath Gerhardt und Dr. Seydel. Auch diesen nahm ich in Cultur und erhielt in derselben Zeit genau denselben Pilz, nämlich das *Oidium albicans* mit anfangs blassen, zuletzt braunen, an den Enden kugeligen Brandsporen. Es ist in diesem Falle also offenbar der *Herpes circinatus* das dem *Herpes tonsurans* entsprechende Exanthem auf unbehaarten Körpertheilen. Da früher durch Dr. Pick [1]) und durch meine Arbeiten gezeigt wurde, dass ein ähnliches Verhältniss zwischen einem ringförmigen *Herpes* und dem *Favus* bestehe, so kann diese Frage wohl als völlig gelöst betrachtet werden. *Favus* und *Herpes tonsurans* werden durch zwei ganz verschiedene Pilze hervorgerufen, aber Hebra hat vollkommen Recht in seiner Voraussetzung, dass es sehr gemeine, ausserhalb des Körpers vorkommende Pilze seien.

Ich habe ferner [2]) gezeigt, dass die *Pityriasis versicolor* zu *Aspergillus* gehöre. Auch hierfür hat sich mir durch neuerdings vorgenommene Culturen die Sache etwas vollständiger ergeben. Cultivirt man die *Pityriasis*-Schuppen in Stärkekleister, so erhält man ein *Stemphylium*, welches unter denselben Umständen genau ebenso aus *Aspergillus* [3]) gezogen werden kann. Es ist so ungemein polymorph, dass man es in der That, mag es nun mit der so bezeichneten Art identisch sein oder nicht, als *Stemphylium polymorphum* bezeichnen könnte. Schon die ihm als Vorläufer dienende Sporenform ist in breiartigen Materien, besonders wenn sie nicht ganz stickstoffarm sind, anders gestaltet als in stickstoffarmen und flüssigen Medien. Es bildet sich im Kleister kein eigentliches *Oidium albicans*, sondern ein Fadenpilz mit leierförmigen, später sich halbirenden Zellen aus, deren Tochterzellen zuletzt kugelig werden. So entstehen allerdings Ketten kugeliger Sporen, welche an der Oberfläche oft genug den Brandsporen gleichen. Bei dieser Bildung bleibt es aber nicht stehen. Hie und da theilen sich die Sporen nach verschiedenen Richtungen durch Querwände und bilden dergestalt zusammengesetzte Sporen oder Theilsporangien. Diese sind äusserst polymorph. Anfangs haben sie meist die Gestalt eines langgestreckten, nur quergetheilten *Septosporium* und nehmen um so mehr die Form der *Sporidesmium*- oder *Stemphylium*-Sporangien an,

1) F. J. Pick, Untersuchungen über die pflanzlichen Hautparasiten. Wien 1865.
2) Pflanzl. Parasiten des Menschen. p. 30.
3) Vgl. Landw. Versuchsstationen 1866. p. 421. Figg. 2—10.

je mehr sie sich über die Substanz erheben. In vollendeter Form entwickeln sich diese Früchte besonders an den Wänden der Culturgefässe. Genau gleiche *Stemphylium*-Früchte entstehen auf gleichen und gleich consistenten Substraten aus den Schuppen der *Pityriasis*, aus *Aspergillus eurotium* und aus *Ustilago carbo*. Der beste Beweis aber für Identität des *Aspergillus* mit dem Pilz der *Pityriasis* (*Microsporon furfur*) ist die Thatsache, dass bei einer jüngst von mir unternommenen und mehre Wochen fortgesetzten Cultur des *Microsporon* in gekochtem Brunnenwasser auf einem Uhrgläschen ich an der Oberfläche am Rande der Flüssigkeit, besonders auf grösseren, fast trocknen Schuppen *Aspergillus* und *Eurotium*-Kugeln züchtete. Die *Eurotium*-Kugeln waren gross und tief braun, nicht grünlich, gefärbt; übrigens aber genau so beschaffen, wie die bekannte Form auf schimmelnden Pflanzen und wie die aus *Oidium* (von *Herpes tonsurans*) gezogenen Exemplare.

Dass der *Pityriasis*-Pilz eine Form von *Aspergillus* sei, wahrscheinlich aus *Ustilago carbo* direct entstanden, unterliegt also keinem Zweifel; es fragt sich nur, wie das *Microsporon* entstehe.

Die Zellen des *Microsporon* keimen mit einem Schlauch, welcher in der menschlichen Oberhaut verästelte, vegetative Gliederfäden mit ziemlich grossen glänzenden Kernen bildet. In der Oberhaut entsteht aber das *Microsporon* höchst wahrscheinlich nicht durch Keimung der Sporen des Staubbrandes, sondern durch die von diesen ausgesendeten Schwärmer. Diese sieht man nämlich bei Culturen des *Oidium* stets zum Theil ihren Kern in zahlreiche kleine Kerne auflösen, welche als Schwärmer hervortreten und Kernhefe bilden. Diese Kernhefe schwillt jedoch in zuckerhaltigen wie in sauren Substanzen sehr bald zu einer kugeligen *Cryptococcus*-Hefe an.

Am 11. Februar d. J. säete ich *Oidium albicans*, von der Zunge und den Genitalien einer Diabeteskranken, auf Zuckerwasser im Isolirapparat. Es entstand bis zum 26. die in Figur 47 abgebildete Hefe aus den Kernen der kugeligen Sporen. Bis zum 1. März hatten die Hefezellen die in Figur 48 dargestellte Form und Grösse erreicht; sie waren kugelig, deutlich doppelt begrenzt, mit glänzendem grossen Kern versehen: mit einem Worte sie glichen überaus den Gliedern der *Trichophyton*-Ketten und vermehrten sich in derselben Weise[1]). Besonders in der Nähe der Oberfläche bildeten sie längere Ketten (Fig. 48 *k*). An der Oberfläche keimten diese völlig ausgewachsenen Hefezellen und die Keimschläuche (Fig. 48 *k k*) bildeten langgliederige Fäden mit einer Reihe glänzender

1) Dass die länglichen oder eiförmigen Zellen des *Oidium* eine citronenförmige *Cryptococcus*-Hefe bilden, habe ich früher mehrfach gezeigt. Die runden Hefezellen sind als Säurehefe, die citronenförmigen als *Cryptococcus*-Hefe aufzufassen.

Kerne. Bald liegen die Hefezellen und Conidien in Haufen beisammen, von denen zahlreiche Fäden auslaufen, genau wie bei der *Pityriasis.*

Dergleichen Haufen von Conidien habe ich schon vor langer Zeit[1]) aus *Aspergillus* in Gummi arabicum gezogen. Es zeigt sich also auch hier, wie immer, dass die Zwischenform, das *Oidium*, aus den Kernzellen ebenso gut wie aus Sporen gezogen werden könne.

Geradezu ununterscheidbar vom *Microsporon furfur* erzog ich neuerdings den Pilz an der Oberfläche von Zuckerlösung aus *Trichophyton tonsurans.* Das *Trichophyton* bildete wie gewöhnlich durch Keimung der Conidien das *Oidium* und zuletzt das *Ustilago*, dessen Sporen im Innern der Flüssigkeit platzten, den körnigen Inhalt ergossen und eine kugelige Hefe bildeten wie Fig. 49 sie im keimenden Zustande zeigt. An der Oberfläche der Flüssigkeit nämlich lagen die Hefezellen in Ballen beisammen. Die Keimlinge treten überall aus diesen Ballen hervor genau in der Form der *Microsporon*-Fäden. Es gehören also *Microsporon furfur* und *Trichophyton tonsurans* so zu *Aspergillus–Eurotium–Ustilago*, dass *Microsporon* die Hefe der *Oidium*-Sporen (*Ustilago*-Sporen), das *Trichophyton* dagegen das *Oidium* selbst in unreifer Form (*Torula*) ist, wie es im Innern feuchter Substanzen vorkommt.

Es lässt sich indessen nicht läugnen, dass hier noch ein Räthsel zu lösen ist, dessen Lösung ich gegenwärtig nicht geben kann. Warum nämlich so selten *Pityriasis* in *Herpes circinatus* übergeht, und ebenso umgekehrt: warum nicht stets mit dem *Herpes tonsurans* und *circinatus Pityriasis versicolor* verbunden ist. Vielleicht liegt die Erklärung dafür einfach in der Thatsache, dass die aus den Hefezellen des *Oidium* gezogenen Keimlinge nur erstaunlich langsam und schwierig zur Fructification zu bringen sind. Es dauert mehre Wochen, ja Monate, bevor man aus dem *Pityriasis*-Pilz das *Oidium albicans* und *Stemphylium* erzieht und nicht minder lange Zeit vergeht, bis die aus den künstlich gezogenen Hefezellen entstandenen Keimlinge fruchten. Vielleicht schuppt sich daher die Epidermis ab, bevor die Pilze den ganzen weiten Weg von der Ausstreuung der Schwärmer und der Bildung der Hefezellen aus diesen bis zur Fruchtung der Hefekeimlinge durchlaufen haben.

Die auf den Schleimhäuten vorkommenden pflanzlichen Parasiten kann man nicht für jedes Leiden auf einen bestimmten Pilz zurückführen. Allerdings sind es bestimmte Pilze vorzugsweise, welche den Soor, die *Diphteritis*, den *Diabetes mellitus* u. s. w. begleiten und oft dem schon vorhandenen Leiden neue hinzufügen, ja beim Soor wohl die einzige Ursache derselben sind, aber nicht ausnahmslos kommt jedem dieser Leiden ein bestimmter Pilz zu.

---

1) Parasiten p. 80.

Penicillium fand ich als Schimmel nie, als *Oidium* nur selten auf den Schleimhäuten. Nur einmal fand ich auf den Tonsillen *Leptothrix* - Filze dieses Pilzes. Alle Parasiten der Schleimhäute, welche in der Form des *Oidium* auftreten, gehören zu den sogenannten Uredineen und Ustilagineen, also zu den Entophyten (Schmarotzern in Pflanzen). Bei *Diphteritis* treten auf den Membranen verschiedene Pilze auf. Ich fand in Masse bei Rachen - *Diphteritis* das *Diplosporium fuscum m.*, Sporen von *Tilletia, Ustilago* und ähnlichen Brandpilzen neben der massenhaft von ihnen gebildeten kugeligen Hefe, sehr häufig das *Oidium albicans* u. s. w. Bei diphteritischer Entzündung des Magens und Oesophagus fand ich neuerdings einen Pilz mit einer höchst vollkommenen Fruchtbildung.

Das Material zu dieser Untersuchung verdankte ich der Güte des Herrn Professor J. Müller.

Es fanden sich auf dem massenhaft abgestossenen Epithelium grosse Mengen eines Pilzes, der dem gemeinen Soorpilz so vollständig glich, dass ich ihn ohne Weiteres dafür genommen haben würde, hätten die Fäden nicht hie und da statt der eiförmigen Zellen gabelständige oder endständige Kapseln gebildet, wie Fig. 54 eine solche andeutet. Diese Kapseln sind von gelatinöser Beschaffenheit. Ihre durchsichtige Wand schliesst eine grosse Anzahl rundlicher Sporen ein, deren jede einen glänzenden Kern besitzt. Nur bei ganz jungen Kapseln ist die Membran etwas derber und man sieht die Kerne durch Scheidewände getrennt.

In Zuckerwasser cultivirt, nahm der Pilz eine etwas andere Gestalt an. Die *Oidium*-Sporen (Fig. 53 *o*) halbirten sich durch eine Scheidewand. Die so entstandene Doppelspore theilte sich in derselben Weise fort, so dass bald eine *Sporidesmium*-Frucht ausgebildet wurde (Fig. 53 *s p d*). Nun begann (Fig. 53) eine Theilung in einzelnen der Theilsporen, senkrecht gegen die bisherige Richtung (Fig. 51 *p*), wodurch die Frucht zu einem *Polydesmus*-Sporangium wurde. Von da ab treibt der Tragfaden kurze Seitenzweige, welche meist die junge Frucht so umhüllen, dass der weitere Verlauf undeutlich ist; doch gelang es, noch weitere Entwickelungsstufen, so die in Fig. 50 dargestellte, freizulegen. Es zeigt sich, dass der Theilungsprocess nach allen Richtungen sich fortsetzt, so dass zuletzt grössere und kleinere kugelige getheilte Sporangien (Fig. 55) entstehen. Eine geschlechtliche Befruchtung anzunehmen, liegt kein Grund vor. Zuletzt platten sich die Zellen der äusseren Schicht so an einander ab, dass sie eine Art Rinde (Fig. 55) darstellen. Dabei werden sie ganz undurchsichtig. Die grossen Sporangien treiben, ohne die Sporen zu entlassen, nach allen Seiten Keimschläuche, welche eine Sporenform eines *Ustilago* (Fig. 52) ausbilden. Auf den Epithelien dagegen lösen sich die Hauptwand und die Querwände zuletzt ganz auf, so dass die Sporen frei keimen. Trotz auffallender äusserer Habitusunterschiede kann ich diese

Pflanze nur in die Gattung *Urocystis* stellen. Da sie sich mit keiner bekannten Art ohne Weiteres vereinigen lässt, so mag sie vorläufig den Namen *Urocystis intestini* führen.

Beim *Soor* tritt fast immer nur das *Oidium albicans* auf und zwar meist nur mit unreifen eiförmigen, seltener mit reifen Sporen, sehr selten mit Sporangien (*Stemphylium*-Früchten). Während bei der *Diphteritis* meist die eigentliche Hefebildung die Hauptrolle spielt, tritt sie beim Soor ganz in den Hintergrund. Bei *Diabetes* pflegen die Pilze als *Oidium* und als Hefe gleichzeitig aufzutreten, oft an den Genitalien und auf den Schleimhäuten des Mundes Am häufigsten ist auch hier der Soorpilz, doch kommen auch andere Pilze vor.

Die Zahl der bis jetzt am menschlichen Körper nachgewiesenen Pilze ist also trotz der grossen Variation der durch sie bedingten oder von ihnen begleiteten Erkrankungen nicht sehr bedeutend.

Gehen wir nun an eine kurze Erörterung der so wichtigen Zeitfrage nach den Miasmen und Contagien, so geschieht es nicht ohne Zaghaftigkeit. Es lässt sich vorläufig eben noch nichts Anderes erreichen, als eine mögliche Annäherung an die Vorfragen zur Lösung jener wichtigen Hauptaufgabe.

Zuerst haben wir zu fragen: Was sind Miasmen und Contagien? Durch welche Ursache entstehen sie?

Für diese Frage sind nur zwei Lösungen möglich. Entweder wirken jene Dinge als Gifte, d. h. chemisch, oder als Organismen, d. h. durch den Lebensprocess von Parasiten.

Anfangs war man der ersten Ansicht zugethan. Die Miasmen denkt man sich in der Luft weit verbreitet, von Sümpfen und stehenden Gewässern ausgehend, daher in ganzen Landstrichen gleichzeitig die Bevölkerung inficirend, also recht eigentlich epidemisch auftretend.

Die Contagien sind Etwas, womit einzelne Personen inficirt werden, diese übertragen das Gift auf andere.

Giebt es absolut reine Miasmen, wie das wahrscheinlich ist, so lässt sich für diese recht gut denken, dass sie blosse Gifte, etwa giftige Gasarten seien. Die Chemiker widersprechen jedoch dieser Ansicht durchaus. Noch in neuester Zeit habe ich mit einem ausgezeichneten Chemiker über diese Angelegenheit ausführlich gesprochen und wir kamen zu dem schon mehrfach festgestellten Resultate, dass keine der durch Miasmen hervorgerufenen Wirkungen sich durch die Entwickelung von Sumpfgasen erklären lässt. Keines der in stehenden Gewässern und Morästen entwickelten Gase bringt an sich solche Erscheinungen im menschlichen Organismus hervor, wie sie den Miasmen zugeschrieben werden. Es bleibt also nichts übrig, als die Annahme, dass die Miasmen kleine Organismen seien; es sei denn dass es noch ganz unbekannte chemische Körper in

der Luft gebe, die in so minutiösen Quantitäten auf den Körper einwirkten, dass sie unseren Analysen noch gänzlich entgingen. Diese Annahme wird aber bis jetzt durch keine Thatsachen gestützt; dagegen sprechen für die andere zahlreiche Thatsachen.

Das tritt besonders bei Contagien hervor. Diese sind als bloss chemische Wirkungen von vorn herein ganz unerklärlich, denn man müsste ja annehmen, dass die in Minimalquantitäten in den Körper eingeführte Substanz sich in demselben so ungeheuer vermehre, dass die geringste Masse desselben das Gift in andere Organismen übertragen könne. Das wäre einzig und allein durch eine im Körper selbst vorgehende Zersetzung erklärlich, also, wenn diese lediglich auf einen chemischen Anstoss erfolgte, so müssten wir wieder zur Hypothese von der Contactwirkung unsere Zuflucht nehmen. Diese Hypothese ist aber auch hier völlig überflüssig. Die Wirkung des Contagiums zeigt eine überaus grosse Analogie mit der Gährung. Nun fragt es sich, ob wir den Beweis schon in Händen haben, dass im menschlichen Körper durch Hefe und *Oidium* oder Schimmel ein Contagium gebildet werde. Diese Frage können wir getrost bejahen. Der *Favus* ist im höchsten Grade ansteckend. Das Ansteckende bei dieser und allen ähnlichen parasitischen Hautkrankheiten sind die *Oidium*-Formen der Pilze, denn man kann durch Aussaat von *Penicillium* ein Exanthem erzeugen. Die *Pityriasis*, welche höchst wahrscheinlich Folge des Stärkens der Wäsche mit Brandsporen enthaltender Stärke ist, stellt eine Hefebildung dar, welche als Contagium auf anderen Personen das Exanthem übertragen kann.

Die Hefe diphteritischer Membranen wirkt im höchsten Grade ansteckend, wenn sie, auf die Schleimhäute anderer Personen, durch Aushusten u. s. w. übertragen wird. Sie wirkt aber auch epidemisch; denn ganze Krankenhäuser werden oft rasch mit *Diphteritis* inficirt, ohne dass sich immer eine directe Uebertragung nachweisen liesse. Diese Wirkung erklärt sich sehr leicht durch die Kernhefe, welche beim Athmen der Kranken der Luft mitgetheilt wird.

Herpes tonsurans ruft an demselben Menschen an unbehaarten Körpertheilen und auch bei anderen Menschen durch Berührung *Herpes circinatus* hervor. Unzählige Beispiele hat man angeführt für Ansteckung mit einem *Herpes* durch *Favus* bei nächtlicher Berührung von Eheleuten, Eltern und Kindern u. s. w. Bei beiden Parallelformen sind stets die Pilze die nämlichen, im ersten Fall *Oidium* von *Aspergillus-Ustilago*, im zweiten Fall *Oidium* von *Penicillium*.

Diese Beispiele sind sehr grob und augenfällig. Bei den meisten ansteckenden Krankheiten liegt die Sache weit verborgener. Woher kommt das? Ich will es wagen, darauf eine hypothetische Antwort zu geben, welche durch die neueren Untersuchungen über die Cholera eine wesent-

liche Stütze erhält. Die Kleinheit der Kernhefe löst nach meiner Meinung dieses Räthsel. Wenn selbst Männer wie PASTEUR diesen Gebilden nicht den rechten Platz anweisen, wenn H. HOFFMANN und viele Andere, die sich mit Hefe beschäftigt haben, sie ganz übersehen konnten, dann darf es nicht Wunder nehmen, dass man ihre Bedeutung für den Organismus bisher nicht aufdeckte.

Ich habe früher gezeigt, dass *Leptothrix*-Ketten und Kernhefe die Begleiter oder vielmehr Urheber der Fäulniss und einiger anderen Gährungsprocesse sind. Ferner sprach ich aus, dass sie nothwendig eine Rolle beim Verdauungsprocess spielen müssen. Diese Rolle aufzudecken ist nicht Sache des Botanikers allein; es bedarf dazu ganz besonders der Mitwirkung des Physiologen; aber ich bin überzeugt, dass diese Stelle, welche die Kernhefe bei der Verdauung spielt, erst völlig klar sein muss, bevor man die Frage nach den Contagien allgemein lösen kann. Es ist nachgewiesen, dass sehr häufig bei gewissen Erkrankungen der Thiere und des Menschen (z. B. Milzbrand) die Kernhefe (*Monas*) und selbst *Leptothrix*-Ketten in's Blut übergeführt werden. Das kann unmöglich bedeutungslos sein.

Aber noch mehr. KLOB und THOMÉ stimmen in ihrer Arbeit über die Cholera darin völlig überein, dass in der Darmflüssigkeit Mengen sehr kleiner Zellen auftreten, die KLOB fälschlich als Sporen bezeichnet und die, wie aus der Arbeit von THOMÉ hervorgeht, nichts anderes sind als Kernzellen. Das heisst mit anderen Worten: im Darminhalt der Cholerakranken vermehren sich die Hefezellen der Fäulniss in ungeheurem, abnormem Maassstab. Die Schleimhäute gehen offenbar durch Fäulniss zu Grunde und so ist es wenigstens denkbar, ja wahrscheinlich, dass hier im Darm durch Einwirkung der Kernhefe die Erkrankung den Anfang nimmt. Verweilen wir noch einen Augenblick bei der Cholera. Es ist durchaus möglich, dass eine ansteckende Krankheit durch ein blosses Zuviel der gewöhnlich und nothwendig in bestimmter Menge im Darm befindlichen Kernhefe hervorgebracht wird. Dass Cholerine in Folge zu massenhaften Einathmens von *Penicillium*-Sporen entstehen kann, habe ich häufig an mir selbst beobachten können. So ist es denn wohl möglich, dass die Ruhr lediglich durch zu grosse Ueberhandnahme der Kernhefe in den Därmen in Folge zu grosser Anhäufung der Luft mit Pilzsporen entsteht. Und warum sollte sie bei sehr hochgradiger Fäulniss des Darminhalts nicht auch durch die Kernhefe ansteckend werden?

Bei der asiatischen Cholera ist die Sache aber anders. Es giebt in Tropengegenden Schimmelpilze, welche weit verheerendere Wirkungen hervorrufen, als bei uns irgend einer ihrer Verwandten. Warum sollte nicht ein derartiger Pilz den Choleraorganismus darstellen. Herr Dr. THOMÉ scheint nun in der That diesen Cholerapilz entdeckt zu haben;

jedenfalls hat er sich durch die von ihm angestellten Culturversuche ein bedeutendes Verdienst erworben. Er erhielt aus den Kernzellen, welche aus Sporen als Schwärmer hervorgetreten waren, ein *Oidium*, welches von ihm *Cylindrotaenium cholerae asiaticae* genannt wurde und welches ganz unverkennbar das Gepräge der *Oidium*-Form einer *Mucorinee* trägt. Es ist sehr zu wünschen, dass man vorkommenden Falls den ganzen Pilz in der Sporangienform zu ziehen versuche, wozu Culturen auf gekochten Fruchtsäften, Zuckerlösung und consistentem Stärkekleister empfehlenswerth sind. Wie hat man sich also die Wirkung des Cholerapilzes aller Wahrscheinlichkeit nach zu denken? Die Sporen des Pilzes gelangen in den Magen und in die Därme der zuerst (im Orient) befallenen Individuen. Hier bilden sie aus ihrem Inhalte Kernhefe; diese vermehrt sich noch weit energischer als die anderer Pilze und bringt dadurch die Darmwand zur Fäulniss. Die geringste Menge von Darminhalt wirkt, da sie hunderte von Kernzellen enthält, furchtbar ansteckend ein, denn sie vermehrt sich, in den anderen Organismus durch Einathmen u. s. w. übertragen, in ebenso colossalen Massen wie im ersten Körper. So wandert sie weiter von Menschen zu Menschen, von Land zu Land, bis niedrige Temperatur ihre Vermehrung auf den Dungstätten hindert.

Es bedarf also also bei dem ganzen Process gar keiner höheren Entwickelungsform der Pilze und das ist der Grund, weshalb man diese nicht gefunden hat. So ist einfach erklärt, warum die eigentliche asiatische Cholera bei uns nicht autochthon entsteht, wohl aber günstigen oder ungünstigen Boden findet, denn wenn durch locale Verhältnisse, Anhäufung von Dünger u. s. w. die Kernhefe in ungewöhnlichen Mengen in den Körper eingeführt wird, so findet die Hefe des *Cylindrotaenium* schon einen stärker faulenden, also günstigeren Boden.

Die günstigen Bedingungen für die Cholera liegen im Allgemeinen sicherlich in der Anhäufung faulender Substanzen. Darauf allgemein hingewiesen zu haben, ist ohnstreitig das Verdienst Pettenkofer's. Dass die Fäulniss durch Wechsel im Wasserstand begünstigt werden kann, lässt sich nicht läugnen, wenn auch Pettenkofer den Einfluss des Wasserstandes vielleicht zu sehr verallgemeinert hat. Ich kann nicht unterlassen, hier auf die in China herrschende Sage hinzuweisen, dass der Cholera ein rosenrother Dunst vorangehe. So fabelhaft das auch klingt, darf man es doch deshalb nicht ganz unbeachtet lassen, weil im südlichen Europa hie und da ganz dieselbe Sage aufgetreten ist.

Betrachtet man also die Cholera als contagiös-miasmatisch, so ist das Contagium die Kernhefe eines exotischen, das Miasma die Kernhefe einheimischer Pilze.

Ob es sich ähnlich mit allen oder den meisten contagiösen Krankheiten verhält? Die Zukunft muss es lehren.

Auf alle Fälle wissen wir also sicher, dass unter den Pilzen Contagien sind; das beweisen schon die contagiösen parasitischen Exantheme. Es fragt sich nun, ob dergleichen auch von anderen Organismen zu befürchten steht. Möglich ist das offenbar von manchen Infusorien, unseres Wissens hat aber diese bisher Niemand in solcher Hinsicht beobachtet. Wir können sie hier jedenfalls ausser Acht lassen.

Von den lichtbedürftigen Algen ist es sehr unwahrscheinlich. Dagegen fragt es sich, ob es nicht Vorstufen der Algen gebe, welche ohne Licht existiren können. Das ist mindestens sehr wahrscheinlich. Die Algen bilden sicherlich zum Theil so gut wie die Pilze aus freien Plasmakernen *Leptothrix*-Fäden. Cultivirt man einen *Pleurococcus*, so entstehen immer dergleichen zarte Fäden. Ebenso bilden sich derengleichen am Meeresstrande in stagnirendem Meerwasser.

Wahrscheinlich ist es ferner, dass die Oscillarineen und die ihnen sicherlich beizuzählenden Vibrionen, Spirillen u. s. w. nur unvollkommene Entwickelungsstufen von Algen sind. Von diesen ist es möglich, ja wahrscheinlich, dass sie bei epidemischen Erkrankungen eine Rolle spielen.

Dass die Gruppe der Vibrionen zu den Oscillarineen gehöre, ist mir erst in neuerer Zeit wahrscheinlich geworden. Die Zoologen haben gewichtige Gründe, diese Gebilde ganz von ihrem Gebiete auszuschliessen. Pilzbildungen sind es keinenfalls. Mit der Bewegung der Oscillarineen hat aber die ihrige überaus grosse Aehnlichkeit. Seit ich gezwungen war, mich näher mit ihnen zu beschäftigen, hat sich mir die Ueberzeugung unabweislich aufgedrängt, dass sie zu den Oscillarineen gehören, also mit demselben Recht wie diese den Algen beizuzählen sind. Nun lese ich zu meiner freudigen Ueberraschung, dass der tüchtige Grenzwächter zwischen Thier- und Pflanzenreich, Herr Professor F. Cohn in Breslau, die Vibrionen geradezu für Oscillarineen erklärt [1]).

Hier muss man nach meiner Ansicht die Uebelthäter aller derjenigen Erkrankungen suchen, welche unmittelbar mit den Exhalationen stehender Gewässer in Verbindung zu sein scheinen, so alle Sumpffieber, Wechselfieber u. s. w. Aus diesem Grunde ist mir Salisbury's angeblicher Nachweis der Entstehung des Wechselfiebers durch Palmellaceen noch etwas verdächtig. Wenn auch dergleichen chlorophyllführende Algen die Ursache der Wechselfieber sein sollten, so sind sie es doch sicherlich nicht durch die Vegetation der lichtbedürftigen Chlorophyllzellen direct. Wohl möglich aber ist es, dass diese, in Masse in den Magen gelangt, eine der Hefe analoge Bildung aussenden. Wir müssen das anderen Forschungen

1) Dass ich von Cohn's Arbeit über *Zoogloea* hier keinen Gebrauch machen konnte, wird man nach meiner Darstellung der Kernhefebildung begreiflich finden.

anheimgeben. Die Aehnlichkeit der Contagienwirkung mit der Gährung und Hefebildung ist aber so gross, dass einige Chemiker geradezu von einer Ansteckung bei verschiedenen Gährungen sprechen [1]).

Sehr bedeutungsvoll scheint mir die Lehre von der Hefebildung, sowie sie in's Licht zu setzen mir gelang, für die Lehre von der Penetration und Absorption.

Hier ist freilich vor allen Dingen eine höchst kritische Trennung der Oscillarineen und der Pilzhefebildungen nothwendig. Bei der Lehre vom Milzbrande z. B. sind diese Gebilde noch immer von fast allen Forschern durch einander geworfen. Das trifft auch MEISSNER [2]), dem man übrigens Formenkenntniss nicht absprechen kann. Nachdem derselbe über die von FUCHS und BRUNELL 1848 gemachte Entdeckung der »Bakterien« im Milzbrandblute referirt hat, bespricht er die Impfversuche, bei denen leider »Vibrionen« und Pilzschwärmer nicht unterschieden werden. Geimpfte Thiere, bei denen sich Bakterien zeigten, gingen stets zu Grunde, doch starben auch geimpfte Thiere ohne nachweisbare »Bakterien«. DELAFOND sah an den »Bakterien« selbst nie Bewegung; seine »Bakterien« waren also keine Vibrionen (Oscillarineen), sondern *Leptothrix*-Ketten von Pilzen. Die »Infusorien«, wozu MEISSNER »*Monasterium, Vibrio lineola, Bakterium termo* und *Spirillum volutans*« rechnet, entwickeln sich nach ihm erst 1—2 Tage »nach Beginn der Fäulniss«. Hier hätte doch zunächst durch Cultur festgestellt werden müssen, wodurch denn die vor dem Erscheinen der »Vibrionen« eingetretene Fäulniss hervorgerufen werde, ob durch die Keime dieser »Infusorien« oder durch Pilzelemente. Soviel scheint aber aus den bisherigen Untersuchungen hervorzugehen, dass die Pilzelemente wichtiger sind als die Oscillarineen, denn DELAFOND, JULIUS KÜHN und andere sehr tüchtige Forscher fanden nur unbewegliche »Bakterien«, also nur Pilzelemente. Es sind mithin diese die Erreger der Fäulniss, die Oscillarineen nur beiläufige, wenn auch wahrscheinlich dem Krankheitsverlauf sehr förderliche Gebilde.

»Bakterien«, also Pilzelemente, erscheinen nach MEISSNER 1—5 Stunden nach dem ersten Auftreten der Milzbrandsymptome; sie nehmen stündlich zu und bestimmen die tödtliche Prognose.

Dass der Milzbrand ein ganz anders localisirter und daher von der Cholera äusserlich ungemein verschiedener Fäulnissprocess ist, kann nach den Untersuchungen von DAVAINE, MEISSNER, J. KÜHN und Anderen eigentlich keinem Zweifel unterliegen.

Nach dem Tode des milzbrandigen Thieres wachsen nach MEISSNER

1) Vgl. u. a. REICHARDT, Agriculturchemie. p. 357.

2) H. MEISSNER, Ueber das Wesen des Milzbrandes und der *Pustula maligna*. Berliner klin. Wochenschrift. I, 16. 1864.

die »Bakterien« bis zum Dreifachen ihrer Länge in acht Tagen und um ein Geringes in ihrer Breite. Das heisst in unsere Sprache übersetzt: Die Kernhefe geht in Stabhefe über, ein Zeichen beginnender Verwesung, nicht »Fäulniss«, wie MEISSNER meint.

Bei eintretender »Fäulniss« »verschwinden« sie und das Blut verliert seine specifische Ansteckungskraft, $\frac{1}{20}$ Tropfen Blut mit Milzbrand-Bakterien bringt bei der Impfung Milzbrand hervor, von »Infusorien« wimmelndes Blut dagegen nicht. Die so geimpften Kaninchen starben an »septischer« Vergiftung.

Hier hätte vor allen Dingen genau untersucht werden müssen, ob wirklich die Organismen der Fäulniss überall vorhanden und ob nicht vielmehr jene Infusorien zu den Verwesungsorganismen gehörten, wie weitaus die meisten ächten Infusorien.

DAVAINE's Arbeiten haben jedenfalls das überaus wichtige Resultat geliefert, dass die für den Milzbrand bedeutungsvollen »Bakterien« etwas Anderes sind als die vermeintlichen Infusorien, welche man Vibrionen nennt. DAVAINE hält die Milzbrand-Bakterien sehr richtig für pflanzliche Gebilde und nennt sie daher Bakteridien. Der Ausdruck: *Leptothrix*-Kettchen ist aber weit älter und schon deshalb vorzuziehen.

Das Räthsel der Penetration der Parasiten ist durch die Untersuchungen über die Kernhefe nach meiner Ansicht völlig gelöst und auf die einfachste Weise. Es bleibt für die Parasiten im Innern der Gewebe und geschlossenen Räume des Menschenkörpers nur das Eindringen von Sporen, Conidien, Schwärmern und Kernhefezellen ausser dem penetrirenden Wachsthumsprocess der Pilzfäden selbst als Erklärung übrig. Schon ROBIN (végétaux parasites, p. XII) macht darauf aufmerksam, dass dieses Eindringen von Parasiten, namentlich das Eindringen der Sporen, häufig auf die nämliche Weise stattfinde wie das Eindringen fester fremder Körper in das Innere des Thierleibes überhaupt, nämlich so, dass der fremde Körper, wenn er fester ist als die von ihm zu durchbohrenden Gewebe, in dieselben einsinkt durch eigene Schwere, oft unterstützt durch die Bewegung des Organs, dem das Gewebe angehört, und ich möchte hinzufügen, vor Allem unterstützt durch die Bewegungen, welche im Innern des Gewebes selbst stattfinden. Das Eindringen wird dadurch befördert, dass vor dem eindringenden Körper die Elemente des Gewebes allmählich resorbirt werden, während hinter jenem eine Neubildung stattfindet, welche die entstandene Lücke ausfüllt. Nur auf diese Weise ist z. B. das massenhafte Auftreten der *Sarcina* und verschiedener Pilze in der Lunge, ja in der Harnblase und selbst in mitten der Gewebe zu erklären. Dringen entwickelte Pilzfäden in die Gewebe ein, so kommt deren Wachsthum als wesentliches Moment in Betracht.

Der Kernhefe kommt nun noch überdies die ungeheure Schnelligkeit

der Vermehrung zu Gute, welche sie in den Stand setzt, rasch von einem Gewebe in das andere sich zu verbreiten, von einem Organ aus alle übrigen »anzustecken«, d. h. ihre Nachkommenschaft in dieselben zu entsenden und ebenso von Person zu Person durch die Luft oder durch Berührung als Contagium übertragen zu werden. *Miasma* sind die in der Luft verbreiteten Hefe- und Oscillarineen-Elemente; *Contagium* sind die nämlichen Gebilde, wenn sie von einem Gewebe auf das andere, von einer Substanz auf die andere, von einem Mutterboden auf den anderen übertragbar sind. Ob das möglich sei oder nicht, das hängt natürlich von der Form ihres Vorkommens am menschlichen Körper ab. Hefe, die nur im Blut verbreitet ist, kann natürlich nicht leicht durch blosse Berührung auf andere Menschen übergehen, sie wird daher als *Miasma*, nicht als *Contagium* aufgefasst werden, während die Kernhefe der Cholera durch den Darminhalt mittelst directer Berührung, durch die beschmutzte Wäsche, durch die Luft bei'm Einathmen u. s. w. übertragbar ist, also als *Contagium* angesehen werden muss.

V. Bemerkungen über Desinfection.

Da wir festgestellt haben, dass die Gährungsprocesse zum Theil im menschlichen Körper stattfinden können und gefährliche Zustände desselben hervorrufen; da ferner die Hefebildungen als Contagien wirken, so ist klar, dass die Hauptaufgabe der Desinfection darin besteht, die Gährungsprocesse zu verhindern. Die besten Mittel, um der Gährung rasch Einhalt zu thun, sind auch zugleich die besten Desinfectionsmittel. Diese hängen natürlich ab von den Bedingungen der Gährung. Nimmt man eine der wesentlichen Bedingungen der Gährung hinweg, so kann auch diese nicht zu Stande kommen.

Diese sind aber: Temperatur, Wasser, Stickstoffgehalt.

Unter dem Gefrierpunct hören die Gährungen auf. Daher bringt man zu schützende Gegenstände, namentlich vor Fäulniss zu bewahrendes Fleisch in Eiskeller. Im gefrorenen Zustande kann man Fleisch getrost sehr lange aufheben. Bei strengem Frost erlischt die Cholera fast immer sofort.

Ebenso oder ähnlich wirkt ein hoher Wärmegrad. Die trockne Kälte lässt die Sporen und Hefezellen nicht zur Entwickelung kommen; tödtet sie indessen nicht, wenn nicht überaus niedrige Thermometerstände angewendet werden; die hohen Wärmegrade dagegen tödten die Sporen

geradezu. Am leichtesten geschieht das im feuchten Zustande. Bei längerem Kochen sterben alle Pilzelemente. Die Siedehitze tödtet die Sporen sehr bald, die Kernhefe etwas langsamer. Die Oscillarineen gehen auch bei anhaltendem Kochen nicht immer zu Grunde und darin gleichen ihnen wiederum die Vibrionen. Man muss diese Gebilde auf 120° C. erhitzen, um sie sicher zu tödten. In trockner Luft halten sie und selbst Pilzsporen weit höhere Wärmegrade aus.

Man sieht also, dass sich die Siedehitze zu Desinfectionen im Grossen nicht anwenden lässt, da man eine andere Flüssigkeit als das Wasser anwenden müsste. Wohl aber ist es für die Conservirung von Vegetabilien, Fruchtsäften und Aehnlichem sehr beachtenswerth, dass die Siedehitze des Wassers in etwa 30 Minuten alle Pilzelemente zerstört.

Man ist aber bei'm Brunnenwasser nicht einmal nach dem Kochen vor Oscillarineen sicher; sicherer dagegen bei'm Filtriren desselben.

Die Temperatur des menschlichen Körpers trifft so ziemlich mit der günstigsten Gährungstemperatur zusammen.

Daher findet auch beständig in den Därmen Gährung (Fäulniss [und Säurebildung]) durch Kernhefe statt. Sehr viel höhere Temperaturen sind der Gährung ebenso ungünstig wie sehr viel niedrigere. Weine und Biere müssen deshalb in kühlen Kellern aufgehoben werden, ganz besonders, wenn sie schwach und nicht ausgegohren sind. Die starken bairischen Biere können das Einfrieren sowie auch ziemlich hohe Temperaturen ohne grossen Nachtheil ertragen, denn sie sind vollkommen ausgegohren.

Die Grenze der Gährung trifft zusammen mit der Temperaturgrenze der Vegetation überhaupt und dasselbe scheint für mehre Contagien zu gelten.

Entzieht man gährungsfähigen Substanzen alles Wasser, so wird ebenfalls der Gährung sofort Einhalt gethan. Man könnte also sehr gut durch plötzliches starkes Ausdörren des Kloakeninhalts und ähnlicher stark faulenden Körper die Fäulniss aufheben. Wenn man derartige Materien in einem zweckmässig construirten Ofen rasch bäckt, so erhält man die werthvollste Poudrette für die Düngung und die Substanz wird rasch unschädlich. Gegen derartige Constructionen zur Desinfection im Grossen werden aber wiederum viele gegründete Einwände erhoben werden wegen räumlicher und praktischer Schwierigkeiten verschiedener Art. Sehr werthvoll ist dagegen auch diese Methode für die Conservirung und den Schutz der Vegetabilien und ist schon vielfach in dieser Beziehung in Anwendung gebracht worden, so z. B. bei der Bereitung comprimirten Gemüses, Fleisches, der Bouillontafeln u. s. w. Der Schiffszwieback und alle ähnlichen trocknen Backwerke haben im Grunde denselben Vortheil für sich:

Der Abschluss der Luft verlangsamt die Gährung, wenn er ganz

absolut ist und macht sie unmöglich, wenn die Substanz durch hohe Temperaturen von allen vegetabilischen Keimen befreit ist. Der Sauerstoff der Luft ist nicht nothwendig zur Gährung; im Gegentheil kann man gerade durch möglichst vollständiges Ausbreiten faulender Substanzen die Fäulniss in Verwesung verwandeln und sie dadurch für die Gesundheit weit unschädlicher machen. Stickstofffreie Substanzen gähren bei Luftabschluss nicht; bei Luftzutritt gähren sie nur langsam.

Die Verwandlung der Fäulniss in Verwesung ist für die Düngerlehre von überaus grosser Wichtigkeit und noch viel zu wenig beobachtet worden.

Endlich giebt es noch eine Methode der Desinfection, welche nicht direct, sondern indirect die Gährung aufhebt. Diese am allerhäufigsten in Anwendung gebrachte Methode besteht darin, dass man die Hefepilze durch Gifte zu tödten sucht. Um diesen Zweck zu erreichen, muss man natürlich ganz besonders die auf die Pilze einwirkenden Pflanzengifte kennen.

Gährungswidrig wirken im höchsten Grade Benzin und Phenylsäure. Ueber den innern Gebrauch des Benzins berichtet z. B. B. NAUNYN[1]). Er empfiehlt seine Anwendung in den Fällen, wo in Folge von Verengerung des *Pylorus* oder von mangelhafter Secretion des Magensaftes Gährungsprocesse im Magen stattfinden und wo sich das Kreosot und die sonst üblichen Mittel nicht als ausreichend erweisen, besonders nicht, wenn die Hefepilze massenhaft auftreten. Die übrigen Mittel wirken besonders deshalb nicht, weil sie nur in sehr geringer, die Gährung nicht völlig unterdrückender Menge ertragen werden.

NAUNYN verwendet das beste gereinigte, von Phenylsäure (Karbolsäure) freie Benzin in Dosen von 4—10 Tropfen mehrmals täglich, ohne dass die Kranken anderen Beschwerden unterworfen wären als unangenehmem Aufstossen.

Die Phenylsäure (Phenylalkohol, Phenol, Karbolsäure oder Phenyloxydhydrat) sistirt noch im Verhältniss von 1 zu 1000 Wasser jede Gährung, tödtet im Verhältniss von 1 : 100 Wasser jeden niederen thierischen und pflanzlichen Organismus. LEMAIRE empfiehlt bei Epidemien das Waschen der Leichname mit Phenylsäure im Wasser bis zur Sättigung gelöst, besonders das Einführen dieser Flüssigkeit in die Mundhöhle, das Einspritzen in die Arterien, namentlich in die Karotiden.

Nächst diesen Desinfectionsmitteln möchte für den innerlichen Gebrauch sowie für Waschungen der Alkohol das wirksamste Mittel sein. Es ist höchst seltsam, dass bei Cholera und anderen derengleichen Uebeln noch keine exacten Heilversuche mit Alkohol unternommen worden

1) REICHERT's und DU BOIS' Archiv 1865. Heft 5.

sind; — denn die Anwendung eines Mischmasches verschiedener Dinge in Form eines alkoholischen Getränks kann nicht als exactes Verfahren angesehen werden.

Will man über die Wirkung des Alkohols genaue und sichere Resultate erlangen, so muss man ihn natürlich in genau bekannter Mischung mit Wasser dispensiren und ohne jeden fremden Zusatz. Setzt man z. B. vegetabilische Säfte, namentlich, um das Getränk angenehm zu machen, Fruchtsäfte u. dgl. hinzu, so hebt man die Wirkung des Alkohols zum grössten Theil wieder auf. Für die ersten Versuche wenigstens darf lediglich eine genau bekannte Verdünnung ohne jeden Zusatz angewendet werden.

Der Alkohol tödtet sofort die Hefezellen sowie überhaupt die pflanzlichen und thierischen Organismen durch Wasserentziehung. Noch in neuester Zeit hatte ich Gelegenheit, die gänzliche Keimungsunfähigkeit von Pilzen zu constatiren, welche, auf diphteritischen Membranen befindlich, eine Stunde in Alkohol gelegen hatten. Aber auch im Zustande starker Verdünnung wirkt der Alkohol tödtlich ein. Niemals findet man im gemeinen Brennspiritus irgend welche Vegetation, während dieselbe sich in ziemlich concentrirten Säuren bei häufigem Oeffnen des Stöpsels stets von selbst einstellt. Die Mischung, in welcher der Alkohol dispensirt werden darf, ohne allzu nachtheilig auf die Schleimhäute einzuwirken, muss natürlich, soweit darüber nicht schon Erfahrungen vorliegen, durch die Praxis ausgemittelt werden. Man wird mit sehr starken Dosen beginnen müssen, dieselben aber, sobald sich eine energische Wirkung zeigt, rasch herabsetzen können. Ein länger fortgesetzter Nachgebrauch in kleinen Dosen dürfte empfehlenswerth sein zur Verhütung der Recidive.

Als Reinigungsmittel für Kleider und andere inficirte Gegenstände, für Waschungen des Körpers u. s. w. ist der Alkohol sehr empfehlenswerth. Apparate für Pilzculturen spüle ich stets vor ihrer Anwendung mit Alkohol. Erst dadurch erhält das Auskochen Werth.

Völlig concentrirte Säuren wirken ebenfalls tödtlich auf die Hefebildungen ein, aber weit langsamer als der Alkohol. Sie wirken direct durch Auflösung der Zellenmembran oder Quellung derselben. Pinselung mit Essigsäure ist häufig mit Erfolg angewendet worden, besonders äusserlich, aber auch bei *Diphteritis* des Rachens.

Diluirte Essigsäure geht aber bekanntlich sehr leicht durch Hefe- und Schimmelbildung in Fäulniss und Verwesung über.

Die essigsauren Salze, besonders die neutralen, aber auch die sauren, sind vortreffliche Nahrungsmittel für Pilze. In essigsaurem Natron fand ich Mengen von Kernhefe, *Oidium*-Formen verschiedener Pilze, besonders *Penicillium*, Ustilagineen u. s. w. In solchen Flüssigkeiten, welche niemals Pilze mit vollkommener Fructification erzeugen, lässt sich am

besten der Nachweis führen, dass die Schwärmer nicht bloss von eigentlichen Sporen, sondern auch von Conidien entlassen werden.

Die Oxalsäure verhält sich der Essigsäure ganz analog: In concentrirtem Zustande beherbergt sie keine Vegetation, wohl aber in diluirtem Zustande und in Verbindung mit Basen ist sie ein ganz gutes Nahrungsmittel für dieselben.

In oxalsaurem Kali bildeten sich spontan dichte flockige Pilzmassen, bestehend aus confervoidischen vegetativen Fäden und einzelnen *Oidium*-Zweigen. Die ganze Flüssigkeit war von Kernhefe und Säurehefe in der Form der Hefe und *Mycoderma* der Essiggährung erfüllt.

Ebenso verhalten sich die Chlorsalze der Alkalien und Erden. Im Chlornatrium entstehen Massen vegetativer Fäden, ebenso im gekochten Meerwasser.

Im Chlorammonium fand ich keine vegetativen Fäden aber Kernhefe in Menge.

Im Chlorcalcium kommen Fäden und *Oidium*-Bildungen vor.

Sehr günstig wirkt die Phosphorsäure in ihren Verbindungen mit Basen auf die Vegetation ein. In phosphorsaurem Natron fand ich grosse Mengen vegetativer und conidientragender Pilze, grosse Mengen von Hefe (kugelig, aus Gliedern und Kernen gebildet), grosse Mengen von Protococceen, besonders *Pleurococcus*.

Gerbsäure ist ein vortreffliches Nahrungsmittel für Pilze. Ich fand in derselben vegetative farblose Fäden von Schimmelformen neben grossen Mengen conidientragender Ustilagineen (mit braunen *Ustilago*-Sporen) und Kernhefe, oft ziemlich grosszellig, die Zellen kugelig.

Die Mineralsäuren bergen nur im diluirten oder mässig concentrirten Zustande, nicht bei völliger Concentration, pflanzliche Organismen, und zwar nur vegetative Fäden ohne Fructification. Diese bildet sich nur bei sehr starker Verdünnung. Auch die Salze dieser Säuren, namentlich die schwefelsauren, beherbergen oft vegetative Pilzfäden. Auch diese fructificiren selten. So fand ich in Kupfervitriol zarte vegetative Pilzfäden von *Penicillium* und ähnlichen Pilzen, ferner eine *Ustilaginea*, die es aber sehr selten zur Conidienbildung bringt. Niemals bildet sich in dem Salz einer Mineralsäure Hefe; man kann daher diese Säuren nicht als absolut tödtliches Gift für alle Vegetation, wohl aber als vortreffliches gährungswidriges Mittel betrachten. Die unbedeutenden Pilzbildungen in Eisenvitriol, Kupfervitriol, selbst in Arseniksalzen, thun diesen Substanzen als gährungswidrigen Mitteln keineswegs Eintrag. Saure Beschaffenheit einer Muttersubstanz hemmt überhaupt die Pilzvegetation und verlangsamt namentlich Gährung und Fäulniss. Verwesung solcher Substanzen kann ja nur bei starker Luftzufuhr stattfinden und ist überhaupt meist ganz unschädlich. Am lebenden thierischen Organismus, namentlich im Innern

desselben, kommt eigentliche Verwesung nicht vor. Daher ist es ein durchaus rationelles Verfahren, durch Ansäuerung, ganz besonders durch Zusatz von Eisenvitriol, die Excremente unschädlich zu machen.

Cyanverbindungen sind sehr gute Nahrungsmittel für Pilze. Im Schwefelcyankalium fand ich vegetative Pilzfäden, selbst *Oidium*-Bildungen, besonders aber Kernhefe in grosser Menge. Die Zersetzung des Harnstoffs im Blute, welche Herr Dr. Hirsch in Mainz beobachtet haben will, ist sicherlich Folge der eingetretenen Fäulniss, also nicht die erste Ursache, sondern Symptom der Cholera. Gegen die von ihm angegebenen Zersetzungsproducte haben die Chemiker gegründete Einsprache erhoben.

Ueber die Einwirkung der gasförmigen Desinfectionsmittel habe ich früher in der parasitologischen Schrift schon meine Ansicht ausgesprochen, dass weder Chlorgas noch sonst ein durch Inhalation einzuführender Körper die Pilzvegetation vollkommen zerstöre. Das beweisen am besten meine Culturversuche mit *Diphteritis*-Pilzen, wozu ich das Material erhielt, nachdem schon Chlorinhalationen und Pinselungen mit salpetersaurem Silber stattgefunden hatten. Immerhin sind die Inhalationen bei Rachenbräune und ähnlichen Leiden höchst werthvoll; doch sind sie allein nicht ausreichend. Auch hier möchte ich neben den Inhalationen häufiges Gurgeln mit möglichst concentrirter Mischung von Wasser und Alkohol empfehlen. Ich glaube sicherlich, dass der Erfolg ein überraschender sein würde, soweit es den Parasiten betrifft.

Als Beispiel für die bisher in Anwendung gebrachten Desinfectionsmittel im Grossen muss ich nochmals auf die Cholera zurückkommen sowie überhaupt auf die ganze Lehre von den Miasmen und Contagien.

Miasmen (*μίασμα*, Verunreinigung) nannte die ältere medicinische Schule diejenigen Krankheitsstoffe, welche in der Luft verbreitet sind und durch die Luft epidemische Krankheiten hervorrufen, während Ansteckungsstoffe, welche zur Uebertragung auf Personen der Vermittelung flüssiger oder fester Körper bedürfen, Contagien (*contagio*, Berührung) genannt wurden. Wahrscheinlich existirt dieser Unterschied zwischen Miasmen und Contagien nicht in dem eben angegebenen Sinne; vielmehr sind Miasmen und Contagien höchst wahrscheinlich Organismen von winziger Grösse, in ungeheuren Massen auftretend und unglaublich rasch und zahlreich sich vermehrend; — mit einem Worte: Hefebildungen. Der Unterschied zwischen Miasmen und Contagien liegt offenbar nur darin, dass die Miasmen leicht in grosser Menge aus der Luft eingeathmet werden, aber weniger leicht von Körper zu Körper übertragen werden. Natürlich muss dieser Unterschied in ihrer Organisation liegen. Im Allgemeinen ist es wahrscheinlich, dass die Miasmen vorzugsweise durch Oscillarineen (Vibrionen etc.), die Contagien durch Pilzhefe gebildet werden.

Man könnte, namentlich bei den Miasmen, die Pflanzenzellen auch als blosse Träger eines giftigen Körpers betrachten, doch ist diese Annahme bis jetzt nicht durch Beobachtungen gestützt worden.

Die Cholera ist bekanntlich in drei Epidemien, 1830—1836, 1847 bis 1856 und 1865—1866, aufgetreten und jedes Mal aus Indien über Europa hereingebrochen. Nach den zunächst auf Bayern beschränkten Untersuchungen von Max Pettenkofer ist diese Seuche eine contagiös-miasmatische, d. h. sie kommt aus Indien, durch den menschlichen Verkehr eingeschleppt, also durch Ansteckung, zu uns, während sie jedoch zu ihrer energischen und raschen Verbreitung eines bestimmten Bodens, einer besonderen Luftbeschaffenheit, also eines Miasma's bedarf. Nur in Asien entsteht sie autochthon; in Europa nur durch Ansteckung im Verkehr der Menschen untereinander. Dadurch unterscheidet die Form ihrer Verbreitung sich z. B. von den wahrscheinlich durch Oscillarineen entstehenden Sumpffiebern, welche zwar in manchen Landstrichen, so in den Sumpfgegenden Kochinchina's, Indiens, in den Flussniederungen Nordamerika's u. s. w. besonders verheerend auftreten, aber auch in der Nähe weit unbedeutenderer Sümpfe autochthon entstehen, wenn auch in sehr verschiedenen Formen. Hier ist die Verbreitungsart entschieden miasmatisch. Uebrigens giebt es keinen ganz strengen Unterschied zwischen *Miasma* und *Contagium*, was auch sehr begreiflich ist, wenn beide Organismen sind. Bei der Cholera, wie sie als *Cholera asiatica* in Europa auftritt, liegt es besonders nahe, dass hier zwei verschiedene Organismen (*Miasma* und *Contagium*) thätig sind, ein asiatischer, als *Contagium* wirkender, vielleicht der von Dr. Thomé als *Cylindrotaenium* beschriebene Pilz durch seine Kernhefe und ein europäischer, der sicherlich nichts Anderes ist als Kernhefe einheimischer Pilze, deren Anhäufung auf Düngstätten, in Brunnenröhren u. s. w., durch mancherlei der Fäulniss günstige Ursachen hervorgerufen, dem asiatischen Pilz den günstigen faulenden Boden bereitet. Zur Ansteckung im Grossen, zur raschen Verbreitung, sind also beide Arten von Organismen erforderlich und es leuchtet ein, dass die Desinfection zwar durchaus nothwendig ist zur Verhütung der massenhaften Verbreitung des Ansteckungsstoffes, dass sie aber gegen die Ansteckung durch Einschleppung gar nicht schützen kann.

Die Desinfection vollbringt eine doppelte Function. Erstlich verhütet sie durch Hemmung aller Fäulniss schon vor Einbruch der Cholera von Asien die Vorbereitung eines dem Cholerapilz günstigen Bodens, und zweitens vernichtet sie, wenn die Cholera einmal hereingebrochen ist, den Cholerapilz in den Excrementen der mit der Cholera Inficirten, vielleicht scheinbar noch gesunden Personen.

Es müsste aber eigentlich von Polizeiwegen auf alle Fälle das ganze Jahr hindurch Desinfection und rasche Verwandlung des faulenden Dün-

gers in verwesenden zur Pflicht gemacht werden, denn auf alle Fälle sind faulende Stoffe der Gesundheit nachtheilig. Besonders menschliche Excremente, welche wegen ihrer eigenthümlichen Zusammensetzung und in Folge der Lebensweise der Menschen in geschlossenen Räumen am stärksten faulen, sollten stets unmittelbar, nachdem sie den Körper verlassen haben, desinficirt werden.

Dass ein poröser, lockerer, dem Wasser leicht zugänglicher Boden die Fäulniss begünstigt, namentlich bei rasch wechselndem Wasserstand, ist gewiss richtig, daher ist der so hundertfältig beobachtete Zusammenhang des Laufs der Cholera an den Ufern der Gewässer entlang sehr begreiflich. Nur muss man sich sehr hüten, eine einzelne derartige Beobachtungsreihe zur Theorie ausbilden zu wollen. Die Ursachen der Fäulniss, die günstigen Bedingungen derselben, sind sehr verschiedene und müssen für jede der Cholera günstige Localität besonderem Studium unterworfen werden.

Gegen die Angaben über den Zusammenhang der Ueberschwemmungen und plötzlichen Niveauveränderungen der Gewässer mit dem Ausbruch der Cholera lässt sich gewiss nichts einwenden, wie ja die grosse Epidemie in Indien im Jahre 1817 auf eine so bedeutende Ueberschwemmung folgte, dass dieselbe die Reisernte fast völlig vernichtete.

Nicht uninteressant ist die von Dr. Moser und später von mehrern Aerzten beobachtete Thatsache, dass die Choleraleichen ganz besonders rasch durch Fäulniss zerstört werden.

Für meine Ansicht, dass die Ursache der Cholera keine andere ist, als eine sehr beschleunigte Fäulniss des Darminhalts, welche sich zunächst auf die Därme selbst erstreckt und welche durch übermässige Anhäufung der Kernhefe hervorgerufen wird, spricht auch die grosse Aehnlichkeit der Verhältnisse, unter denen in Asien die Cholera entsteht und derjenigen, durch welche sie bei uns begünstigt wird.

Die Epidemie von 1865 brach unter den Mekka-Pilgern aus in Folge von Schmutz, Elend und Schafopfern, bei denen die Schafe unberührt am heiligen Berge der Fäulniss überlassen wurden.

Dass nicht bloss die Luft, sondern auch die Brunnen durch die faulenden Substanzen der Düngergruben, des Strassenkothes, welcher in den Boden dringt, der Cloaken u. s. w. inficirt werden, ist häufig nachgewiesen worden. In Leipzig wurden bei einer Revision 72 Pumpbrunnen inficirt gefunden.

Im Jahre 1854 starben von den Bewohnern der von der Vauxhall-Company mit filtrirtem Themsewasser versorgten Häuser 13 auf 1000, während von den von der Lambeth company versorgten nur 3¾ auf 1000 Personen starben. Im Jahre 1848, wo beide Compagnien die nämliche Bezugsquelle hatten, war in beiden Fällen die Cholerasterblichkeit 14 auf

1000. Im Jahre 1854 hatte nämlich die Lambeth-company ihre Schöpfstelle weiter flussaufwärts angebracht, an eine Stelle, wo noch keine Cloaken einmünden.

Die wichtigeren bisher gegen die Cholerainfection angegebenen Mittel sind folgende.

1) Verdichtung der Gruben und Röhrenleitungen, welche freilich nie ganz wasserdicht herzustellen sind, und Ausleerung der Gruben durch hermetische Transportbehälter, so z. B. nach dem System Le Sage mittelst der Luftpumpe.

2) Desinfection, besonders durch Eisenvitriol und andere Pflanzengifte, sowie durch Holzkohlenpulver, Kalk, Torferde, Strassenstaub, Lohe, Torfasche u. s. w., welche bloss durch die Wasserentziehung einwirken. Ein Haus braucht an Eisenvitriol durchschnittlich 3 Pfund wöchentlich für jede Etage. Der Preis beträgt im Detailverkauf etwa 3 Thlr. per Zollcentner. Das Eisenvitriol löst sich in 10 Theilen warmen Wassers. Das Eisenhypersulfid wird auf dem Felde durch Kalkzusatz unschädlich gemacht.

Der Chlorkalk hat sich bekanntlich wegen der grossen Massen, in denen er angewendet werden müsste von vornherein als unpraktisch erwiesen.

Sehr viel Aufsehen hat das Londoner Project erregt, die Maplin-Sands der Grafschaft Essex mit dem Cloakeninhalt zu überrieseln. Man hoffte bei einer Capitalanlage von 2,400000 Pfund Sterling doch 30—40 Procent Gewinn und 15—20 Procent Dividende zu erhalten, selbst wenn die von Liebig herrührende Angabe des Werthes der Abfälle auf 2,400000 Pfund Sterling um das Dreifache zu hoch gegriffen wäre. Liebig machte bekanntlich den sehr richtigen Einwand, dass zur Zersetzung der Düngersalze Kalk, Thonerde und Magnesia nothwendig seien, welche jenen Sanden fehlen.

Bei den Craigentenny-Wiesen in der Nähe von Edinburgh wurde dagegen ein ähnliches Project in's Werk gesetzt und zwar mit dem grössten Erfolge. Die Craigentenny-Wiesen, etwa 500 preussische Morgen an Flächeninhalt, werden mit dem Cloakeninhalte von 85000 Einwohnern berieselt, wodurch der Pacht pro Morgen von 33 Sgr. auf 185 Thaler gestiegen ist. Bei diesen Ländereien werden die nöthigen Mineralsubstanzen durch hochgelegene Lehmlager in der Nähe geliefert.

Unter den herrschenden Desinfectionssystemen scheint im Ganzen das Latrinensystem, wie es besonders durch Mosselmann in Paris eingeführt wurde, für gewöhnliche Verhältnisse am zweckmässigsten zu sein. Mosselmann wendet Fässer an mit einer siebförmigen Scheidewand. Das untere Fach enthält Aetzkalk, mit Urin bis zum Zerfallen gelöscht. Es kann derselbe, schon mit dem Dreifachen seiner Gewichtsflüssigkeit

abgelöscht, noch das Dreifache seines ursprünglichen Gewichts aufnehmen. Natürlich eignet der so gewonnene Dünger sich nur für kalkarme Ländereien, ein Umstand, der das System in dieser Form auf Sandgegenden beschränken muss.

Auf alle Fälle verwerflich, ja barbarisch, ist das Sielsystem, wie es z. B. in Hamburg angewendet wird. Es besteht darin, dass der Inhalt der Abtrittsgruben in ein unterirdisches Canalsystem geleitet und aus diesem in den nächsten Fluss abgeführt wird.

Früher war in Hamburg ein weit anderes System üblich. Man hatte nur gewöhnliche Abtrittsgruben oder Gefässe, welche früh Morgens in sogenannte Kummerwagen entleert wurden. Diese, oben mit dachförmigen Deckeln versehen, fuhren durch die Strassen, um den Abtrittsinhalt, Asche und andere Abgänge aufzunehmen. Gesetzlich musste diese Rundfahrt bis 8 Uhr Morgens beendigt sein, aber bei der wachsenden Grösse und dem gesteigerten Strassenverkehr der Stadt liess sich diese Bestimmung in späterer Zeit schwer einhalten. Das gab wohl die erste Anregung für die Wahl eines anderen Systems.

Das Kummerwagensystem ist dem jetzigen Pariser System darin ähnlich, dass die Abgänge als Dünger verwerthet wurden. Man schaffte sie zur weiteren Verwerthung auf ein grosses Feld vor der Stadt.

Das Sielsystem kam von London herüber und wurde von Engländern ausgeführt. In London hatte man es längst in Anwendung gebracht und dadurch die Themse so verpestet, dass dort zuerst Stimmen gegen dieses barbarische System laut wurden. In Hamburg waren die Verhältnisse durch den grossen Niveauunterschied zwischen der Elbe und ihrem kleinen, mitten durch Hamburg hindurchfliessenden Nebenfluss, die Alster, dem Sielsysteme ganz besonders günstig und dieser Umstand muss der Anwendung desselben auch zur Entschuldigung dienen, man muss aber zugleich darauf aufmerksam machen, dass nur dadurch die sonst mit diesem System verknüpften grossen Uebelstände zum Theil beseitigt werden, dass aber jede andere, weniger von der Natur begünstigte Stadt, ein solches System nur zum allergrössten Verderben würde in Anwendung bringen können. Wie die Alster durch ein in den niedrigen Stadttheilen weit verzweigtes Canalsystem von sogenannten Fleeten (eine aus dem Holländischen stammende Bezeichnung) mit dem Elbfluss so in Verbindung gesetzt ist, dass nicht nur die Lastschiffe (Leichterschiffe und Schuten) zur Zeit des hohen Wasserstandes direct vor die in den Strassen befindlichen Speicher fahren können, sondern dass selbst kleine Seeschiffe durch sehr zweckmässig angelegte Schleusenwerke von der Elbe in die Alster und zurück befördert werden können, — ebenso durchzieht ein unterirdisches System gemauerter und gewölbter Canäle das ganze Ringgebiet der Stadt. In diese Canäle münden die kleineren Abzugsröhren

und Seitencanäle. Der Fall von der Alster zur Elbe ist so bedeutend, dass man ihn zu einem sehr kräftig wirkenden Spülsystem benutzen konnte, indem man die Siele einerseits mit der Alster, andererseits mit der Elbe verband.

Diese Spülung wirkt so vollständig und kann in so kurzen Intervallen wiederholt werden, dass ein Spaziergang durch die Siele gar nichts Unangenehmes hat und öfter selbst von Damen unternommen wurde.

Eine vortreffliche Wasserleitung, welche das über eine Stunde oberhalb der Stadt aus der Elbe geschöpfte, filtrirte Elbwasser zunächst mittelst einer sehr kräftigen Dampfmaschine auf einen hohen Thurm und von da durch die ganze Stadt leitet, unterstützt das Sielsystem ganz wesentlich, ja, sie macht es eigentlich erst brauchbar. Da nun alle Häuser in den neueren Stadttheilen mit schönen englischen, fast ganz geruchlosen und sauberen Closets versehen sind, durch die man beständig Wasser hindurchführen kann, so fallen in der That die Nachtheile für die Gesundheit hier fast ganz weg und man kann den Hamburgern die Vorliebe für das dort so grossartig ausgeführte System nicht verargen.

Verwerflich ist es aber doch. Erstlich lässt sich nicht hinwegdemonstriren, dass die Elbe durch den Inhalt der Siele inficirt wird und das wird um so fühlbarer werden, je mehr die beständig an Grösse und Reichthum wachsende Stadt sich ausbreitet. Man kann das im Kleinen schon an der Alster wahrnehmen. Die den Sielen fernen Gebiete vor der Stadt, welche grösstentheils sehr dichte Bevölkerung tragen, so namentlich rings um das grosse äussere Alsterbassin, Aussenalster genannt, lassen ihre Abgänge direct in die Alster abfliessen. Diese wird dadurch bei ihrer ohnediess sehr unbedeutenden Tiefe von Jahr zu Jahr einem grossen Sumpf ähnlicher: *Ceratophyllum*, zahlreiche Confervoideen und andere Algen nehmen das ganze Bassin ein und die berüchtigte *Anacharis alsinastrum* droht gänzliche Stopfung der Alstercanäle. Bei meinen letzten Besuchen in Hamburg fand ich stets die ganze weite Wasserfläche (von mehr als zwei Stunden im Umfang) mit kleinen schwimmenden Algen besäet. »Die Alster blüht« nach dem Ausdrucke der Bevölkerung.

Ganz verwerflich sind freilich die Schwindgruben, durch welche manche neuen Häuser in Hamburgs Umgegend sich auszeichnen. Diese Maassregel müsste geradezu baupolizeilich untersagt und die Contravention strenge bestraft werden, denn solche Gruben, so tief sie auch angelegt sein mögen, ja, je tiefer, um so sicherer und gefährlicher, verpesten über kurz oder lang nicht nur die Luft der betreffenden Hauses und seiner Umgebung, sondern auch die der gesammten Nachbarschaft.

Die Abführung der so werthvollen Düngstoffe in Flüsse oder in tiefe Gruben ist eine barbarische Verschwendung, welche am wenigsten einer Handelsstadt zukommt. Es wird daher früher oder später das Sielsystem

und alle ähnlichen Systeme überall durch ein System verdrängt werden, welches vor allen Dingen auf Verwerthung, und zwar auf sofortige Verwerthung, der Abgänge gegründet ist.

Die rasche Abführung und sofortige Ausbreitung auf den Feldern ist deshalb nothwendig, weil nur dadurch die Hauptregel der rationellen Düngertheorie befolgt wird: dass nämlich faulende Düngermassen möglichst rasch in Verwesung übergeführt werden müssen. Das kann aber nur durch sofortige Ausbreitung geschehen. Die Anhäufung des Düngers zu grösseren Haufen ist erstlich eine unverantwortliche Verschwendung, denn, wie wir früher erörtert haben, geht bei der Fäulniss beständig Stickstoff verloren; es ist aber zweitens auch diese Maassregel mit sanitätlichen Nachtheilen verbunden, denn ein grösserer Düngerhaufen verpestet die Luft ebenso gut wie eine gefüllte Abtrittsgrube.

In der Umgegend Jena's haben manche Bauern und Oekonomen die Maxime, den Dünger längere Zeit haufenweis auf den Feldern liegen zu lassen, so dass oft die Luft so intensiv verpestet wird, dass Spaziergänger, welche der frischen Luft wegen vor die Stadt gehen, den Zweck ihres Ganges durchaus verfehlen. Dass auch dadurch der Gesundheitszustand der Umgebung nicht gerade gehoben wird, mag für manchen Landwirth nicht in Betracht kommen, wohl aber müsste er darauf achten, um seines materiellen Vortheils willen, dass durch diese Maassregel der Dünger entwerthet wird, um so mehr, je länger er gehäuft liegt. Soll der Dünger, welcher Art er auch sei, besonders aber der stark faulende Menschendünger, den höchsten Ertrag geben, so muss er möglichst bald nach seiner Production da, wo er wirken soll, ausgebreitet oder untergebracht werden. So lange man aber gezwungen ist, ihn in Haufen und Magazinen aufzuheben, muss man ihn so oft wie möglich umstechen lassen, damit stets andere Theile an die Luft kommen und verwesen. Diesen Zweck erreicht man z. B. in den längst üblichen Composthaufen sehr gut.

Ich muss es mir leider versagen, noch weiter auf die in neuerer Zeit gemachten Entwürfe zur Beseitigung der mit den bisherigen Abführungssystemen verbundenen Uebelstände, so z. B. auf den Wiebe'schen Plan zur Canalisirung Berlin's auf die Anlagen in Leipzig und anderen deutschen Städten einzugehen, denn diese Schrift soll zunächst nur die Grundlagen, nicht die Details der Ausführung für derartige Anlagen besprechen; eine zu grosse Ausführlichkeit würde meine Hauptabsicht, dass diese kleine Schrift zur Instruction in Jedermanns Hände gelangen möge, gänzlich vereiteln.

Ich will hier nochmals auf den für die ganze Desinfectionslehre so höchst wichtigen Unterschied zwischen Fäulniss und Verwesung hinweisen sowie auf die so gewöhnliche Verwechselung beider Gährungsformen. Die Fäulniss wird also hervorgerufen durch Kernhefe, die Verwesung

durch Schimmelbildung. Es ist demgemäss auch das menschliche Begräbniss einzurichten und es ist keineswegs gleichgültig, wie man es einrichtet. Die so vielfach verschrieenen Grabgewölbe mit oben oder seitlich durchbrochenen Wänden, Fensteröffnungen u. dgl. sind auf alle Fälle für die Sanitätsverhältnisse die allerzweckmässigsten. Katakomben mit starker Ventilation würden gewiss allgemein eingeführt werden, wenn derartige Einrichtungen im Grossen nicht auf so bedeutende praktische Schwierigkeiten stiessen.

Das Grabgewölbe wird im Kleinen durch den Sarg einigermassen ersetzt, der doch immer noch lufterfüllte Zwischenräume darbietet und bei nicht zu hoher Bedeckung selbst eine Communication mit der äusseren Luft ermöglicht. Das Unterbringen der Leichname in grossen Gruben, wie es bei wilden Völkerschaften bisweilen vorkommt und bei civilisirten oft aus Noth angewendet werden musste, ist eine höchst gefährliche Maassregel. Solche Leichenmassen, gänzlich von der Luft abgeschnitten, faulen langsam, vielleicht Jahrhunderte lang. Daher ist die Furcht vor der Oeffnung einer alten Pestgrube, welche Manchen abergläubisch scheint, keineswegs ungegründet.

In gut eingerichteten Gräbern verwesen die Leichen, wenigstens ist die Fäulniss auf ein geringeres Maass reducirt; das haben unter anderen Untersuchungen auch diejenigen dargethan, welche Herr Dr. Moser über diesen Gegenstand anstellte. An einigen vierzig ausgegrabenen Leichen fand er die Verwesung bestehend aus: 1) Auflockerung der Gewebe; 2) Versulzung und Schimmelbildung, wobei die Schimmelpilze mit weissen, gelben, grünen, seltener röthlichen Farben auftreten und auf der Oberfläche die weisslichen Schimmel vorherrschen; 3) Vertrocknung, welche im Innern beginnt und allmählich nach aussen vorrückt; 4) Zerfallen in eine braune, schmierige, zerreibliche Masse; 5) gänzliches Auseinanderfallen zu einer schwarzen Humuserde.

Bezüglich der Einrichtung unserer Begräbnisse können wir am besten von der Natur selbst lernen, wie in so vielen hundert Fällen. Gefallene Thiere verwesen sehr rasch und ohne uns sonderlich lästig zu werden, weil ihre Leichen an solchen Orten liegen bleiben, wo die Luft hinzutreten kann, wo die Organismen der Verwesung, die Schimmelbildungen und Infusorien, die aasfressenden Thiere u. s. w. am besten Zutritt erhalten. So zerfallen Aas und Excremente auf freiem Felde wunderbar rasch und ohne lästig zu werden.

Auch auf das so häufige Missverstehen der sogenannten ammoniakalischen Gährung kann gar nicht genug hingewiesen werden. So verkennen Manche es durchaus, dass Professor Traube's Lehre von der alkalischen Harngährung sich mit gar nichts Anderem beschäftigt als mit einer

besonderen Form der Fäulniss[1]). TEUFFEL's Angaben über ein mit ungereinigtem Katheter inficirtes Mädchen haben, z. B. deshalb sehr geringen Werth, weil, abgesehen davon, dass jede Mittheilung über die Verschlussmethode fehlt, ganz falsche Vorstellungen über die Bedeutung der »Vibrionen« geäussert werden. Auch hier werden wieder Oscillarineen und Pilze, Vibrionen und Hefebildungen verwechselt, zu einer Zeit freilich wo die *Leptothrix*-Schwärmer und ihr Zusammenhang mit der Hefebildung noch unbekannt waren. Es werden daher natürlich auch Molecular-Bewegung und Bewegung der Vibrionen mit einander verwechselt. Nach 1½stündigem Kochen sollen die »Vibrionen« noch lebend gewesen sein, was gewiss nur ein Zeichen mangelhaften Verschlusses ist. TEUFFEL hat sich die grosse Mühe gegeben, den zu untersuchenden Harn durch zehn verschiedene Filter gehen zu lassen und findet das »Ferment« in kleinen perlschnurartig gereihten Körnchen (»*Torula* nach PASTEUR«). Dass dabei kein dichter Verschluss möglich ist und dass die »*Torula*« nicht durch die Filter gegangen, sondern erst während der Filtration durch Keime aus der Luft oder vom Filter entstanden sein wird, versteht sich für jeden mit solchen Arbeiten Vertrauten fast von selbst.

Auch der Milzbrand ist nach TEUFFEL endemisch, wo ein stark durchfeuchteter, an organischen Zersetzungsstoffen reicher Boden vorhanden, namentlich auch bei schwankendem Stande des Grundwassers. Ebenso soll schlechtes Trinkwasser sehr oft die Ursache sein. In der *Pustula maligna* kommen ganz gleiche »Bakterien« vor. Mehre Aerzte halten alle furunkulöse Krankheiten für septische.

---

1) Vgl. S. TEUFFEL, Zu Prof. TRAUBE's Lehre von der alkalischen Harngährung. Berliner Wochenschrift 1864. 16. Vierteljahrsschrift für praktische Heilkunde. Prag 1865. Bd. 1.

VI. Die Lehre von der Hefe und die Zellenlehre.

Vorschlag zu einer allgemeinen Nomenclatur der Hefegebilde.

Es liegt wohl auf flacher Hand, dass die Hefebildung für die Zellenlehre von allergrössester Wichtigkeit ist. Schon Schleiden[1]) erwartete hier wichtige Aufschlüsse von der Zukunft.

Worin besteht aber das Neue, was die Hefebildungen unserer Zellentheorie hinzufügen? Um diese Frage zu beantworten, müsste ich eigentlich eine ausführliche Kritik der Zellenlehre der Zoologen und Botaniker voranschicken. Diese würde freilich einen besonderen Band füllen und das darf hier nicht riskirt werden. Ich werde daher die so einfachen Verhältnisse der Zellenbildung selbst für sich reden lassen und nur, wo es unumgänglich ist, Vergleiche mit sonst Beobachtetem anstellen.

Bei den Pilzen kommen erstlich beide Formen des Plasma's vor, welche eine Zeitlang so heftige Controversen hervorriefen: Entweder füllt nämlich das Plasma die Zelle ganz und gleichmässig aus, oder es bildet einen deutlichen Primordialschlauch oder ein Plasmodium (*Myxomyceten*). Der erste Fall ist aber ohne Frage der häufigere bei den Schimmelbildungen. Hier ist anfangs die Zelle meist von einem einzigen grossen glänzenden Kern ganz ausgefüllt, namentlich trifft das die Spore und Conidie. Dieser grosse, kernförmige Inhaltskörper hat nicht die geringste Aehnlichkeit oder Verwandtschaft mit dem Cytoblasten nach den bisher für diesen aufgestellten Definitionen; es kann daher auch von einem Zerfallen des Cytoblasten hier nicht die Rede sein. Der Kern ist in der Spore des Schimmelpilzes der e i n z i g e Zelleninhalt; er vertritt also nicht bloss den Cytoblasten, sondern auch den Primordialschlauch. In der Spore zerfällt der Kern nach und nach in kleinere Kerne durch Theilung nach verschiedenen Richtungen. So bilden sich in grösserer Zahl die schwärmenden oder ruhenden Kernzellen in flüssigen Medien aus. Auf trocknen Substanzen wird dagegen der ganze Kern für die Keimung verwendet; derselbe tritt in den Keimschlauch ein und trennt sich oft erst nach seinem Eintritt in zwei Portionen, deren eine der ersten Zelle des Keimlings angehört und eine Scheidewand gegen die Spore bildet[2]). Auf nassen Medien kommt auch Keimung nach vorheriger Zerfällung des Kerns vor und in diesem Falle sah ich noch den Keimling während der Bildung der Scheidewand die Kerne als Schwärmer aus der Spore entlassen (Fig. 10).

---

1) Grundzüge, 1845.

2) Vgl. die Keimung von *Penicillium* in meinen »pflanzl. Parasiten«.

Die vegetative Zelle verhält sich etwas anders als die Spore. Auch hier ist anfänglich ein die Zelle gleichmässig erfüllender Kern vorhanden, aber dieser zerfällt nicht einfach in Tochterkerne, sondern es bilden sich bei der Längsstreckung der Zelle frei sehr kleine Kerne, welche auf Kosten ihrer Umgebung Vacuolen um sich bilden und wachsen. Diese bewegen sich oft sehr lebhaft im Innern ihrer Vacuole; sie unternehmen oft scheinbar willkürliche Reisen. Die Bewegung hat hier mit derjenigen der kleinen Inhaltskörper der Plasmodien auch im Entferntesten keine Aehnlichkeit und wenn man behauptet, dass nur jene Bewegungsform der Inhaltskörper bei den Pflanzen vorkomme, so liegt das nur daran, dass heutigen Tages die meisten Forscher, auf einige wenige Beobachtungen gestützt, über die Beobachtungen Anderer glauben aburtheilen zu können.

Ob die kreisenden Plasmakerne wirkliche Schwärmer sind, ob sie in Freiheit gelangen und zu Kernzellen werden oder ob sie, nur durch die Saftströmung in der Vacuole umhergetrieben, sich auflösen und daher verschwinden, das sind Fragen, die zur Zeit nicht gelöst werden können. Bewegungsorgane sind jedenfalls hier nicht deutlich wahrnehmbar. Oft liegen die frei entstandenen Kerne in ungeheurer Anzahl in der Zelle, ohne dass sie grössere Vacuolen bildeten. Ein solches im eigentlichen Sinne körniges[1]) Plasma besitzen die Zellen der *Mucor*-Arten. In den Conidien kann man leicht die Entstehung der zahlreichen Kerne durch fortgesetzte Theilung des Mutterkerns verfolgen und jedenfalls bilden sich diese Kerne, in Freiheit gesetzt, zu Kernzellen aus. Ob auch rein vegetative Zellen aus ihren Kernen, wenn sie in Freiheit gelangen, Kernzellen bilden können, ist äusserst schwer zu entscheiden.

Ich habe die mit dem Primordialschlauch und zugleich mit dem Cytoblasten identischen oder vielmehr deren Functionen übernehmenden Kerne der Pilzsporen und Conidien als Plasmakerne bezeichnet. Diese Plasmakerne erlangen dadurch eine so überaus grosse Wichtigkeit für die Zellenlehre, dass sie sich selbstständig, ausserhalb der Mutterzelle, vermehren und umbilden können. Nirgends in der Pflanze ist es bis jetzt gelungen, die Entstehung der organisirten Inhaltskörper der Zellen (wie z. B. der Stärkekörner, Chlorophyllkörner, Inulinkörner u. a. auf ihre Elemente zurückzuführen[2]). Noch weniger ist das mit dem so überaus

1) Es ist ganz wunderlich, wie Einzelne die Kerne im Plasma für alle Zellen haben läugnen können und ein trauriges Zeugniss dafür, wie geringe Zahlen von Beobachtungen unsere »Koryphäen« oft veranlassen, ein Gesetz auszusprechen.

2) Man missverstehe mich hierin nicht. Ich muss dankbar anerkennen, dass z. B. NÄGELI's ausgezeichnete Arbeit über das *Amylum*, die Arbeiten von SACHS u. A. über verschiedene Inhaltskörper mir höchst werthvolle Stützen bei meinen Untersuchungen

wichtigen »körnigen Plasma« gelungen. Ich bin weit entfernt, meine Untersuchungen über die Elementarorgane der Pilze schon ohne Weiteres auf jene der Assimilation und Ernährung dienstbaren Inhaltskörper ausdehnen zu wollen; dass aber jene Inhaltskörper, die ohne Zweifel als Zellen aufzufassen sind, aus »körnigem Plasma«, oder, ich möchte lieber sagen nur Plasmakernen hervorgehen, ist wohl sehr wahrscheinlich; es wird also die Morphologie der Plasmakerne bei den Pilzen, so weit diese auch von denjenigen bei den höheren Pflanzen verschieden sein mögen, gewiss als leitende Maxime bei der Untersuchung der Entwickelungsgeschichte jener Gebilde dienen müssen.

Höchst wichtig ist hier z. B. der Vergleich der Gährung mit der Keimung. Die Plasmakerne der Getraidezelle verwandeln das *Amylum* in Zucker, vielleicht genau in derselben Weise wie die Kernzellen (*Micrococcus*) der Pilze. Die Gährungserscheinungen bieten also den ersten Anhalt zur Erklärung der Zellenernährung.

Aber nicht bloss dafür, sondern weit mehr noch für die Entwickelungsgeschichte des Cytoblasten und der Zelle scheint mir die der Plasmakerne bedeutungsvoll.

Ob die Kerne und das sie verbindende Plasma die ganze Zelle erfüllen oder ob sie ein wandständiges Plasmodium bilden, das scheint mir überhaupt nicht von qualitativer, sondern nur von gradueller Bedeutung zu sein. Die gleichmässige Erfüllung der Zellenhöhle ist der frühere, unvollkommnere Zustand; das Zurückziehen auf einen Primordialschlauch ist der reifere, vollkommenere Zustand. Das zeigt die Metamorphose der Kernzelle so deutlich. Die Kernzelle selbst ist eine membranlose Zelle mit gleichmässiger Raumerfüllung. Die Hefezelle (*Cryptococcus*) entsteht aus jener dadurch, dass sich ein kleiner centraler Kern aussondert, welcher um sich eine grosse Vacuole bildet und später in Tochterkerne zerfällt. Die Stabhefe oder Gliederhefe endlich ist dicht mit körnigem Plasma erfüllt, dessen Kerne frei zu entstehen scheinen.

Der eigentliche Cytoblast fehlt also hier überall und nur bei der Sporenbildung kommt ein solcher bisweilen vor[1]). Dass aber auch bei der Sporenbildung im Innern der Schläuche der Askomyceten der Cytoblast *s. str.* keineswegs immer nothwendig und vorhanden ist, habe u. A. ich gezeigt[2]).

Das wichtigste Resultat der Untersuchungen über die Metamorphose der Pilzplasmakerne ausserhalb ihrer Mutterzelle ist aber offenbar der

---

gewesen sind. Nur über den Zusammenhang dieser Bildungen mit der Zellenbildung ist bisher nichts bekannt geworden.

1) Man vergl. darüber De Bary's Morphologie und Physiologie der Pilze.

2) Botanische Zeitung 1866. Nr. 22.

strenge Zusammenhang mit dem Zellenbildungsgesetz des entwickelten Pilzes. Trotz aller so werthvollen Untersuchungen über die Functionen des Cytoblasten und Primordialschlauchs bei der Zellenbildung von Schleiden, Schwann und Schacht bis auf Reichert, Pringsheim, Hofmeister, Häckel, Max Schultze u. s. w. sind wir doch noch ohne jede Andeutung geblieben über die gestaltenden, die Form und das Vermehrungsgesetz bestimmenden Elemente. Mag man immerhin Primordialschlauch und Cytoblasten als das Formgebende voraussetzen: erwiesen ist diese Voraussetzung nirgends. Hier ist aber in der Morphologie der Kerne und Kernzellen ein erster schwacher Lichtstrahl aufgefunden, der vielleicht zu Weiterem führen wird. Wenn sich zeigen lässt, dass die Plasmakerne auch ausserhalb der Mutterzelle in aller Strenge in ihrem Zellenbildungsgesetz dem der Mutterpflanze folgen, so ist damit ausgesprochen, dass schon die Plasmakerne das morphologische Gesetz zur Anschauung bringen, dass sie also morphotische, formengebende Elemente sind, nicht ein amorphes, bloss als Nahrung dienendes »körniges Plasma«.

Und dieser Nachweis kann in aller Strenge geführt werden.

Die Plasmakerne der Pilze entwickeln sich in zwiefacher Weise dem Zellenbildungsgesetz des Mutterpilzes analog, sobald sie die Mutterzelle verlassen haben. Erstlich lassen sie das für die Pilze überhaupt gültige Vermehrungsgesetz, die akrogene Abschnürung und die Kernbildung mit Vacuolen im Innern der Zellen erkennen und zweitens liefern sie ein treues Bild der Morphologie der Pilzspecies im Kleinen.

Die ganze bisher aufgefundene Metamorphose der Plasmakerne und Schwärmer lässt drei verschiedene Stufen erkennen. Die erste Stufe bildet die Kernhefe. Man könnte sie als *Protococcus* bezeichnen, wäre nicht dieser Ausdruck zu allgemein auf eine Algengruppe angewendet. Ich schlage daher die Bezeichnung *Micrococcus* vor. Der *Micrococcus* (deutsch Kernzellen oder Kernhefe), die Hefe der Fäulniss, Gallussäuregährung, Umwandlung der Stärke u. s. w. entsteht aus schwärmenden oder ruhenden Kernen, welche, ohne Membran, einen sofort freiwerdenden Tochterkern abschnüren.

Die *Leptothrix*-Ketten sind, wie wir sahen, nur Kerne, welche im Zusammenhang bleiben in Folge des Einflusses der Luft, also unvollkommene Kernhefe, man könnte sagen: *Oidium micrococci*.

Bei der alkoholischen Gährung und Oelgährung schwillt der *Micrococcus* an und bildet eine Membran, im Innern der grossen Vacuole einen Plasmakern aus. Dadurch wird der *Micrococcus* zum *Cryptococcus*, welcher sich durch Endsprossung vermehrt. Man kann die verschiedenen Formen des *Cryptococcus* als *Cryptococcus cerevisiae*, *Cr. olei* u. s. w. unterscheiden.

In sauren Flüssigkeiten bei sauren Gährungen streckt sich der *Micrococcus* sehr in die Länge und gestaltet sich zu einer stabförmigen

(Milchsäure) oder lanzettlichen (Essigsäure) Zelle mit weicher, gelatinöser Membran und körnigem Inhalt. Diese Hefe vermehrt sich durch Einschnürung in der Mitte, man kann sie also mit dem Namen *Arthrococcus* oder Gliederhefe bezeichnen und unterscheidet ihre Formen am besten nach der gährenden Substanz, so z. B. *Arthrococcus aceti*, *Arthrococcus lactis* u. s. w.

Wie die *Leptothrix*-Ketten die Mittelstufe zwischen Schimmel und *Micrococcus* darstellen, so giebt es auch für *Cryptococcus* und *Arthrococcus* dergleichen. Für *Cryptococcus* haben wir sie unter dem Namen *Hormiscium* kennen gelernt, für *Arthrococcus* unter dem Namen *Torula* (und in unvollkommenem Grade ausgebildet als *Oidium*). Die Ausdrücke *Leptothrix*, *Hormiscium* und *Torula* bedeuten also unvollkommene oder unreine Hefe, obgleich diese Gebilde gewöhnlich mit den echten Hefebildungen verwechselt werden, von Anderen wenigstens mit ihnen zusammengeworfen sind. Mehr als diese drei Hefeformen giebt es meines Wissens nicht, auch ist es kaum wahrscheinlich, dass noch mehr aufgefunden werden von wesentlich verschiedenem Wachsthumsgesetz, denn diese drei repräsentiren im Kleinen das Zellenvermehrungsgesetz bei den Pilzen überhaupt.

Dass ein inniger Zusammenhang zwischen dem Wachsthums- und Vermehrungsgesetz der Kernzellen (*Micrococcus*) und aller aus ihnen hervorgehenden Metamorphosen mit dem Wachsthumsgesetz der Pilzspecies stattfindet, welcher sie angehören, das haben die Leser dieser kleinen Schrift schon an zahlreichen Beispielen wahrnehmen können und ich darf mich hier um so kürzer fassen, als ich erst von Kurzem in einer besonderen Arbeit[1]) ausdrücklich und in mehren Beispielen auf diesen interessanten Zusammenhang aufmerksam gemacht habe.

Die Aehnlichkeit der kugelrunden Sporen von *Penicillium* und *Aspergillus* mit den aus ihren Schwärmern entstehenden *Cryptococcus*-Hefezellen, die der eiförmigen Sporen von *Oidium albicans* mit der *Cryptococcus*-Hefe dieses Pilzes, die Aehnlichkeit der *Arthrococcus*-Hefe mit den Gliedern des *Oidium* (Arthrosporen) des betreffenden Pilzes, die Aehnlichkeit der Verzweigung aller *Hormiscien* mit derjenigen der betreffenden Pilze, besonders ihrer Acrosporen-Hyphen, — alle diese Analogieen sind so augenfällig, dass jeder aufmerksame Beobachter sie bestätigen wird.

Die auffallendste derartige Analogie ist aber die der Hefecolonieen mit der zusammengesetzten Frucht, dem Theilsporangium, woraus sie entstehen. Alle mit zusammengesetzten Sporen (*Schizosporangium*) ver-

1) Die Elementarorgane der Pilze. Archiv der Pharmacie. Bd. 179. Heft 1, 2. p. 68 ff. Daselbst ist u. a. Druckfehlern auf p. 71 Z. 6 zu lesen: mykologischen statt »mikrologischen«.

sehenen Pilze scheinen zusammengesetzte Hefe (Colonieenhefe) zu bilden.

Zuerst hat wohl Itzigsohn diese Gebilde beobachtet bei einem Pilz, den er *Sarcinophanes* nennt. Ich sah durch seine Güte die sehr schöne Zeichnung dieses interessanten Pilzes, von dem seltsamer Weise De Bary ein Bruchstückchen unter dem Namen *Piptocephalis Freseniana* beschreibt und abbildet. Ich sage, seltsamerweise, denn die Zeichnungen von Mucorineen, welche Itzigsohn schon vor einer Reihe von Jahren auf's sorgfältigste ausgeführt hat und welche den grössten Theil der von De Bary weit später veröffentlichten *Mucor*-Studien[1]) enthalten, sind mit De Bary's handschriftlichen Bemerkungen, ja manche mit seiner Namensunterschrift versehen. De Bary hat also Itzigsohn's werthvolle Zeichnungen sehr wohl gekannt.

Dieses Räthsel zu lösen, muss ich Psychologen überlassen, die Thatsache aber darf nicht übergangen werden ohne der Gerechtigkeit in's Angesicht zu schlagen.

Der Zusammenhang zwischen *Mucor mucedo Fres.* und *Thamnidium, Botrytis Jonesii* u. s. w. ist bei Itzigsohn durchaus vollständig dargestellt, ebenso manches Andere, was jene Veröffentlichung enthält. Es ist sehr zu wünschen, dass Itzigsohn, der zu bescheiden und zu friedfertig ist, um sein gutes Recht zu wahren, recht bald seine überaus werthvollen *Mucor*-Studien der Oeffentlichkeit übergebe.

1) Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze. Frankf. a. M. 1866.

VII. Die Hefebildungen und die Cholera-Frage.

Da ich die Ehre hatte, zu dem in Weimar veranstalteten Cholera-Congress hinzugezogen zu werden, so mögen mir hier noch wenige Worte bezüglich meiner Ansicht über das fragliche Cholera-Contagium vergönnt sein.

Der Einblick in die Präparate des Herrn Dr. THOMÉ, welchen dieser mir gütigst gewährte, hat mich nur noch mehr in meiner Ansicht bestärkt, dass die betreffenden Organismen nichts Anderes sind als *Micrococcus* und zwar eine Kernhefe mit Colonieenbildung.

Welchem Pilz dieser *Micrococcus* angehöre, ob es ein einheimischer oder ein asiatischer Pilz sei, das muss natürlich durch Culturversuche ermittelt werden, zu deren Ausführung an Ort und Stelle des Choleraheerdes ich mich hiermit gern erbiete.

Ganz ähnliche *Micrococcus*-Bildungen wie in den Cholera-Dejectionen zeigen die *Conidien* mehrer Pilze, so z. B. *Urocystis, Aecidium*-Arten, besonders schön aber *Tilletia caries Tul.*

Ich habe in einer Arbeit in den »Landwirthschaftlichen Versuchsstationen« die Entwickelung dieser Hefe aus den Gliedern und *Conidien* der Gittersporen (Macrosporen) von *Tilletia caries Tul.* genau geschildert und abgebildet. Der Kern der Spore zerfällt durch wiederholte Zweitheilung innerhalb des Epispors in zahlreiche kleine Kerne, welche zuletzt von der mit deutlichem Riss platzenden Spore entlassen werden. Sie liegen nun als kugeliger Kernballen neben dem Epispor und vermehren sich durch Einschnürung, wodurch sehr bald die Kernkugel zum Zerfallen gebracht wird.

Ebenso ist es bei den Gliedern und *Conidien*, nur dass hier die grosse Mutterzelle sich mehrfach theilt, während die Inhaltskerne sich vermehren und die Hüllmembranen sich gelatinös auflösen. So entsteht ein Colonieen-*Micrococcus*, der dem in den Reiswasserstühlen täuschend ähnlich ist.

In derselben Arbeit habe ich gezeigt, dass *Tilletia* die anäerophytische Form von *Penicillium* — *Mucor* — *Achlya* ist; also auch hier erweist sich die Definition von den Parasiten und Saprophyten als ganz unhaltbar, denn es gelingt sehr leicht, in Stärkekleister aus *Penicillium* die *Tilletia* zu erziehen. Es bedarf dazu gar nichts als eines Isolirapparats mit sehr steifem Stärkekleister, den man 4—8 Wochen ungeöffnet stehen lässt. Untersucht man nun, so findet man den Kleister mit Steinbrandsporen ganz erfüllt, deren Entstehung aus Keimlingen von *Penicillium* sich im Culturapparat leicht constatiren und verfolgen lässt.

Noch leichter ist es, aus *Penicillium* oder *Mucor racemosus Fres.* *Achlya*, d. h. die hierher gehörige Befruchtungsform zu erziehen und De Bary's heftige Polemik gegen Bail ist unbegreiflich bei einer Sache, die sich so leicht constatiren lässt.

Wenn man in dünne, gut ausgekochte Zuckerlösung ein Stückchen stark und lange gekochtes Fleisch oder etwas trocknes Albumin oder Eiweiss aus Eiern bringt und darauf *Penicillium* oder *Mucor* säet, so bildet sich aus den Keimlingen sofort eine Pflanze mit sehr grossen Macroconidien, an gedrängten kurzen Pinselästen abgeschnürt. Diese keimen auf dem festen, stickstoffreichen Boden sofort und bilden in 2—3 Tagen *Achlya* mit Oogonien und Sporangien aus.

Es entspricht also *Tilletia*, d. h. die Macrosporenpflanze von *Penicillium* — *Achlya* — *Mucor* als anäerophytische Pilzform dem *Ustilago carbo Tul.*; *Penicillium* und *Aspergillus*-*Stachylidium* sind die äerophytischen Acrosporenpflanzen, *Mucor* und *Stemphylium* sind die äerophytischen Thecasporenfrüchte, *Achlya* und *Eurotium* sind die Generationen mit geschlechtlicher Befruchtung, welche bei beiden Pilzen grosse Verwandtschaft zeigt.

Ob die von den Herren Klob und Thomé im Darminhalt der Cholerakranken aufgefundenen Organismen wirklich mit dem Choleracontagium zu identificiren sind, ob man sie also als die Ursache der Erkrankung anzusehen hat, das muss von klinischer Seite durch Fütterungsversuche untersucht und beantwortet werden; ich kann mir darüber durchaus kein Urtheil anmassen.

Die Thatsache aber, dass die im Darminhalt gefundenen pflanzlichen Organismen, mögen sie nun die Ursache der Erkrankung sein, oder erst durch den krankhaften Zustand ihren Boden vorbereitet finden, — die Thatsache dass diese Organismen *Micrococcus*-Hefe irgend eines einheimischen oder exotischen Pilzes sind, scheint mir wichtig genug, um in ihrer Constatirung einen, wenn auch kleinen, Fortschritt in der Cholera-Frage zu sehen.

Da nun alle von mir bisher untersuchten Ustilagineen *Micrococcus* in Colonieen ausbilden, so hat man zuerst auf diese Pilzgruppe wie überhaupt auf anaërophytische Pilzformen sein Augenmerk zu richten. Möglich wenigstens ist es, dass in den Niederungen Indiens eine den Reis bewohnende Ustilaginee durch Nässe, Ueberschwemmungen u. dergl. zur massenhaften Ausbildung von *Micrococcus* veranlasst wird.

Erklärung der Figuren.

Alle Figuren sind, wo nicht anderes bemerkt ist, mit einem Mikroskop von ZEISS, System *F.*, Ocular 2 gezeichnet (F_2).

Fig. 1. *Leptothrix*-Bildungen, d. h. Hefe, Speichelferment, im Stärkezucker, welcher durch Speichel aus Kleister dargestellt wurde. Man sieht mehre durch Iod gelb gefärbte Gruppen (*a*), den Anfang der Keimung und Filzbildung. Spuren von amorpher Stärke sind durch Iod gebläut.

Fig. 2. Theilchen aus derselben Cultur, in der Nähe der Oberfläche. Man sieht Hefekörnchen, hie und da in Gruppen keimend (*a, b*). An der Oberfläche der Flüssigkeit entstehen aus den Kernen dünne Fäden, welche durch Verfilzung den *Leptothrix*-Filz bilden (*a*), mehr im Innern der Flüssigkeit vergrössern sich die Sporen bedeutend, werden unregelmässig, zwirnwickelförmig u. s. w. und wachsen zu *Achorion Schönleini* (*o*) aus (*Oidium*).

Fig. 3. *Leptothrix*-Stäbchen und Zellen, sowie einzelne aus letztgenannten hervorgegangene *Cryptococcus*-Hefezellen, entstanden in 3 Tagen auf gekochten Hundefäces, welche mit Zuckerwasser versetzt und mit *Penicillium* besäet waren.

Fig. 4. Ein Fadenbruchstück von einem auf der Fäcalflüssigkeit entstandenen Filz. Dieser bestand aus theils fructificirenden, durchsichtigen, theils Conidien bildenden (*c*) undurchsichtigen Fäden. Die Figur zeigt einen solchen *Oidium*-Faden des *Penicillium.*

Fig. 5. Kurze *Leptothrix*-Ketten, erzogen aus *Aspergillus* auf Wasser.

Fig. 6. Freigewordene und quellende Kerne der Sporen von *Aspergillus eurotium* (mit glatten Sporen) auf Runkelrübensaft.

Fig. 7. Aufgequollene Conidien des Favuspilzes mit zahlreichen Kernzellen.

Fig. 8. Pinsel von *Penicillium crustaceum Fr.* bei nur mässiger Vergrösserung ($^{160}/_1$), gezeichnet mit einem Mikroskop von BÉNÈCHE & WASSERLEIN, mit System 7, Ocular 1.

Fig. 9. Sporen von *Penicillium crustaceum Fr.*, auf Wasser platzend, ihre Schwärmer entlassend, kleine Ketten bildend.

Fig. 10. Keimlinge des *Penicillium*, bei *a* mit vielfach getheiltem Kern, welcher bei *b* in Gestalt zahlreicher Schwärmer hervorgeschnellt wird.

Fig. 11. Schwärmer bei 1500facher Linearvergrösserung, mit Zeiss F_4 gezeichnet.

Fig. 12. *Leptothrix*-Ketten, aus den Schwärmern auf Wasser gezogen.

Fig. 13. *Leptothrix*-Filz, gebildet auf Zuckerlösung durch *Leptothrix* aus dem Munde.

Fig. 14. Fäulnisshefe, gezogen aus *Penicillium* in gekochten Hundefäces.

Fig. 15. Hefe in der Form des *Cryptococcus cerevisiae*, erzogen in Heidelbeersaft, welcher 15 Minuten gekocht hatte, aus den Kernzellen von *Penicillium crustaceum Fr.* Man sieht alle Zwischenstufen von den kleinsten Kernen bis zu ausgewachsenen Doppelzellen.

Fig. 16. Kernzellen, erzogen in 20 Minuten lang gekochtem Zuckerwasser durch Labmagen vom Kalb. Die Kernzellen (Fäulnisszellen) beginnen anzuschwellen und sich in *Cryptococcus*-Hefe zu verwandeln. Einzelne Hefezellen sind schon ausgebildet.

Fig. 17. Vegetative Fäden vom Favuspilz, entstanden in dünnflüssigem Zuckerwasser. *a* mit Kernen, *b* mit Vacuolen, deren Kerne verschwunden sind.

Fig. 18. Hefe (*Cryptococcus*), erzogen im Zuckerwasser, dem ein Wenig Fäces vom Hunde, 20 Minuten gekocht, zugesetzt war, aus *Penicillium*. Man sieht deutlich die Entstehung aus Kernzellen.

Fig. 19. *Hormiscium vini*, gezogen aus *Cryptococcus* von *Penicillium* in Zuckerwasser auf dem Objectträger.

Fig. 20. Keimung von Hefezellen an der Oberfläche derselben Cultur.

Fig. 21. Ein Ballen von Kernzellen (Hefe) mit Butterkügelchen, entstanden aus den *Leptothrix*-Gliedern des Labmagens in ausgekochter Milch.

Fig. 22. Milchsäurehefe, gezogen in Milch aus *Penicillium*.

Fig. 23. *Oidium lactis*, gezogen auf Milch aus *Penicillium*.

Fig. 24. Milchsäurehefezellen, keimend in Glycerin.

Fig. 25. *Oidium*-Glieder, keimend in Glycerin.

Fig. 26. Essigsäurehefe, gezogen auf gekochtem Köstritzer Bier aus *Penicillium crustaceum Fr.*

Fig. 27. *Mycoderma aceti*, d. h. die *Oidium*-Form von *Penicillium crustaceum*, gezogen auf Köstritzer Bier.

Fig. 28. Torulaketten, erzogen aus *Penicillium* auf Mohnöl.

Fig. 29. Hefe, erzogen aus *Penicillium* im Mohnöl.

Fig. 30. *Cryptococcus*-Hefe auf Heidelbeersaft im Begriff, durch Sprossung Essighefe zu bilden.

Fig. 31. *Aspergillus microsporus m.* Sporen, zum Theil geplatzt und ihres Inhalts beraubt (*sp*). Die Schwärmer haben hie und da *Leptothrix*-Ketten und einzelne breit lanzettförmige Hefezellen (*Cryptococcus*-Form) gebildet.

Fig. 32. Fadenzweig von *Penicillium crustaceum Fr.* mit Macroconidien; gezogen auf ausgekochten Fäces.

Fig. 33. *Leptothrix*-Ketten aus dem Zahnbeleg, in Zuckerwasser cultivirt, im ersten Stadium der Ausbildung zur *Cryptococcus*-Hefe.

Fig. 34. Bildung von Kernhefe auf Milch aus dem Sporeninhalt von *Aspergillus microsporus.*

Fig. 35. Bildung von länglichen Hefezellen aus Kernzellen von *Aspergillus,* auf Köstritzer Bier, wobei (auch) eine Fettsäure entsteht, ähnlich den Butterkügelchen der Milch.

Fig. 36. Partie aus einem Hefehäutchen von *Mucor racemosus Fres.*, durch Aussaat der Thecasporen entstanden auf Köstritzer Bier.

Fig. 37. Gallussäurehefe, gezogen aus *Penicillium* auf schwarzer Tinte.

Fig. 38. Ein Pinsel von *Penicillium viride Fres.*, gezogen aus der Hefe des Pilzes auf Köstritzer Bier.

Fig. 39. Essigsäurehefe (Stabhefe) und *Torula aceti* von demselben Pilz.

Fig. 40. Kernhefe, gezogen auf Kartoffeln aus *Rhizopus nigricans L.*

Fig. 41. Zusammengesetzte Hefe von *Polydesmus exitiosus Kühn*, gezogen in Zuckerwasser. Man sieht die eiförmigen Zellen durch Sprossung (*c, e, g*) und dann durch wiederholte Zweitheilung sich vermehren (*a, b, d, h, i, l, m*), wobei zuerst der Kern sich theilt, wie man besonders bei *k, l, i* und *d* wahrnimmt. Die Figuren *f* und *k* zeigen Keimungen einzelner Hefezellen.

Fig. 42. Colonieenhefe, entstanden bei Cultur des Mutterkorns im Zuckerwasser.

Fig. 43. Sporen von *Cystopus candidus Lev.*, eine ist noch mit Kernen erfüllt, während die beiden andern schon ihre Kerne entlassen haben.

Fig. 44. Kernhefe von *Cystopus,* in Zuckerwasser in kugelige *Cryptococcus*-Hefe übergehend.

Fig. 45. *Arthrococcus*-Hefe von *Cephalothecium candidum.* Die aus Kernen entstandenen Hefezellen halbiren sich durch Einschnürung in der Mitte. Zum Vergleich sieht man daneben zwei Doppelsporen abgebildet, wovon die eine schon ihres Inhalts beraubt ist.

Fig. 46. Sporen (*Conidien*) in Ketten aus einem aufgefaserten Haar von *Herpes tonsurans.*

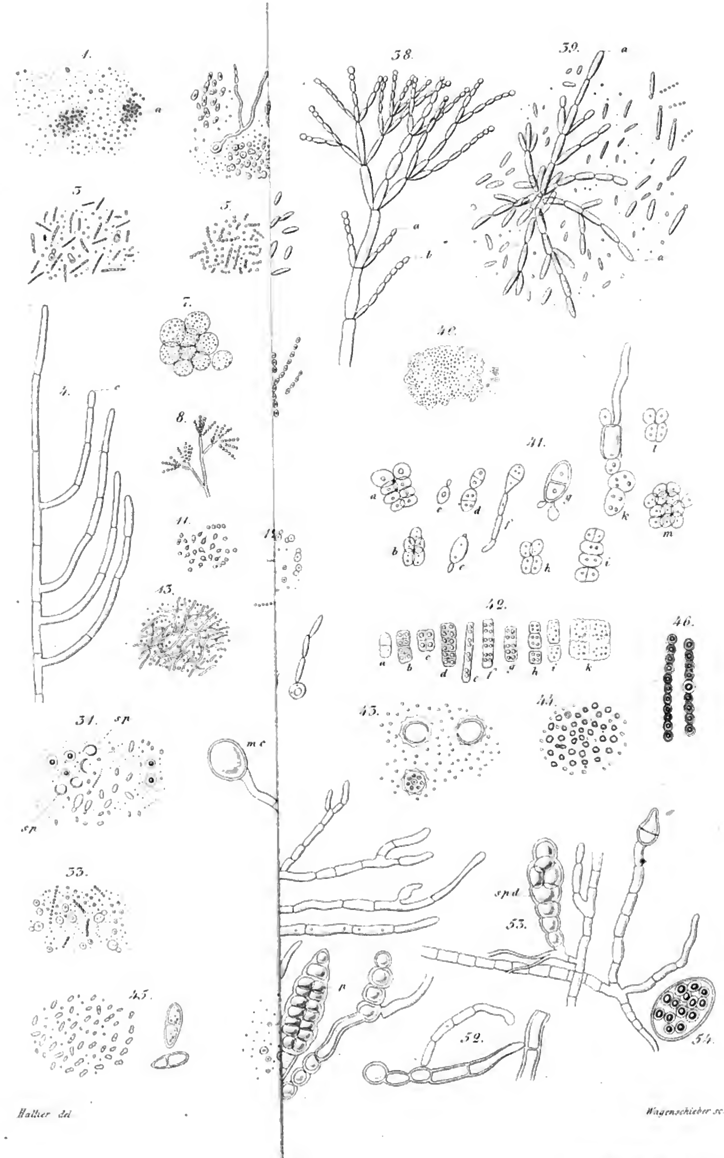
Fig. 47. Hefe, gezogen in Zuckerwasser durch Pilze (*Oidium albicans*) von den Genitalien einer *Diabetes*-Kranken.

Fig. 48. Dieselbe einige Tage später, ausgewachsen und keimend.

Fig. 49. Dergleichen keimende Hefe, gezogen aus *Trichophyton tonsurans Malmst.* in Zuckerwasser.

Fig. 50—55. Sporangienbildung von *Urocystis intestinalis m.* Fig. 54 ist eine Kapsel von der diphteritischen Membran aus dem *Oesophagus.* Figg. 50—53 und 55 sind auf Zuckerlösung gezogene Früchte.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.



Hallier del.

Wagenschieber sc.